

Національний технічний університет України
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені Ігоря Сікорського»

МЕХАНІКО-МАШИНОБУДІВНИЙ ІНСТИТУТ

Кафедра технології машинобудування

(повна назва кафедри)

«На правах рукопису»
УДК _____

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

_____ Ю.В.Петраков
(підпис) (ініціали, прізвище)
« _____ » _____ 20__ р.

Магістерська дисертація
на здобуття ступеня магістра

зі спеціальності **131. Прикладна механіка. Технології машинобудування**
(код і назва спеціальності)

на тему: Параметризація переходів оброблення циліндричних отворів

Виконав (-ла): студент (-ка) 6 курсу, групи МТ – 92мп
(шифр групи)

Цибуленко Всеволод Олександрович

_____ (прізвище, ім'я, по батькові)

_____ (підпис)

Науковий керівник к.т.н., доцент Войтенко Володимир Іванович
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

_____ (підпис)

Консультант Глава 3. Дослідження впливу варіативних реквізитів при розточуванні при використанні теорії планування експериментів

_____ (назва розділу)

ст.вик., Лапач Сергій Миколайович
(науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ініціали)

_____ (підпис)

Рецензент _____
(посада, науковий ступінь, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

_____ (підпис)

Засвідчую, що у цій магістерській
дисертації немає запозичень з праць інших
авторів без відповідних посилань.

Студент _____
(підпис)

Київ – 2020 року

**Національний технічний університет України
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені Ігоря Сікорського»**

МЕХАНІКО-МАШИНОБУДІВНИЙ ІНСТИТУТ

Кафедра технології машинобудування

Спеціальність **131. Прикладна механіка.**

Спеціалізація **Технології машинобудування**

(код і назва)

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Завідувач кафедри

Ю.В.

Петраков

(підпис)

(ініціали, прізвище)

«__» _____ 20__р.

**ЗАВДАННЯ
на магістерську дисертацію студенту**

Цибуленку Всеволоду Олександровичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

Тема дисертації *«Параметризація переходів оброблення циліндричних отворів»*

науковий керівник *Войтенко Володимир Іванович к.т.н., доцент*

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від «__» _____ 20__р. № _____

1. Термін подання студентом закінченої дисертації «__» _____ 20__р.

2. Об'єкт дослідження Інформаційні моделі переходів оброблення циліндричних отворів

3. Предмет дослідження Залежності економічних показників переходів від значень варіативних реквізитів переходів

4. Перелік завдань, які потрібно розробити _____

4.1. Огляд літературних, довідникових та учбових джерел про оброблення циліндричних отворів.

4.2. САПР ТП SAPR_2020 як платформа для проведення досліджень.

4.2.1. Інформаційна модель розточування на токарному обладнанні.

4.2.2. Інформаційна модель розточування на фрезерному обладнанні

4.2.3. Інформаційна модель фрезерування отворів кінцевими фрезами.

4.3. Виконання дослідження впливу варіативних реквізитів на економічні показники при розточуванні на токарному обладнанні.

- 4.4. Виконання дослідження впливу варіативних реквізитів на економічні показники при розточуванні на фрезерному обладнанні.
- 4.5. Виконання дослідження впливу варіативних реквізитів на економічні показники при фрезеруванні отвору кінцевими фрезами.
5. Орієнтовний перелік ілюстративного матеріалу _
- 5.1. Загальні положення по обробленню циліндричних отворів.
- 5.2. Варіативні реквізити переходу при розточуванні на токарному обладнанні.
- 5.3. Варіативні реквізити переходу при розточуванні на фрезерному обладнанні.
- 5.4. Варіативні реквізити переходу при фрезеруванні отворів кінцевими фрезами.
- 5.5 Дослідження впливу варіативних реквізитів при розточуванні на токарному обладнанні..
- 5.5.1. При використанні одно факторних експериментів.
- 5.5.2. При використанні теорії планування експериментів.
- 5.6 Дослідження впливу варіативних реквізитів при розточуванні на фрезерному обладнанні.
- 5.7. Дослідження впливу варіативних реквізитів при фрезеруванні отвору кінцями фрезами
6. Орієнтовний перелік публікацій
- 6.1. Композиційні матеріали для створення лопаток випрямляючого апарату авіаційного двигуна (<http://imm-tmi.kpi.ua/imm2019/paper/view/17857>)
- 6.2. VR / AR-технології та їх застосування в машинобудуванні (http://imm-tmi.kpi.ua/proc/article/view/202559/pdf_1)
- 6.3. Войтенко В.І., Лапач С.М., Цибуленко В.О. "Вплив варіативних реквізитів переходу при розточуванні на економічні показники переходу" (Збірник статей II Всеукраїнської конференції «Молодь і наука. Практика інноваційного пошуку» .17.12.2020 р, Національна металургійна академія України, м. Дніпро)

7.КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

1. Огляд літератури	05.05.2020	
2. Можливості платформи САПР ТП «Sapr_2020» при проектуванні переходів оброблення отворів	15.05.2020	
3. Аналіз модуля U_Sobivartist	25.05.2020	

<i>4 Дослідження впливу варіативних реквізитів на економічні показники</i>	<i>05.06.2020</i>	
<i>5. Порівняння показників варіантів переходів розточування та фрезерування</i>	<i>12.06.2020</i>	

Студент

(підпис)

Науковий керівник дисертації

(підпис)

Цибуленко В.О.

(ініціали, прізвище)

Войтенко В.І.

(ініціали, прізвище)

Реферат

Параметризація переходів оброблення циліндричних отворів

Робота містить: 141 аркушів, 83 ілюстрацій, 23 таблиць. При написанні роботи використано 17 літературних джерел.

Актуальність роботи: Зменшення собівартості і трудомісткості при обробці циліндричних отворів є важливим завданням в машинобудуванні. Ці параметри є важливими виходячи з того, що при зменшенні даних факторів ми можемо збільшити ефективність всього виробництва. Параметризація як раз дає можливість зменшити собівартість і трудомісткість переходу. Тобто знайти найкращі з можливих варіантів значення варіативних реквізитів інформаційних моделей переходів, що проектуються. За допомогою сучасної програми SAPR_2020 розробки доцента Войтенко В.І.

Мета: Перевірка можливостей параметризації на покращення економічних показників переходів оброблення циліндричних отворів.

Об'єкт дослідження: Віртуальна модель фрезерування кінцевою фрезою та розточування на токарному і фрезерному верстаті.

Предмет дослідження: Залежності трудомісткості та собівартості при виконанні заданого переходу від значень варіативних параметрів інформаційної моделі переходу.

Методи дослідження: аналіз, ідеалізація, формалізація, статистика.

Наукова новизна одержаних результатів: Підібрані оптимальні параметри при фрезеруванні кінцевою фрезою та розточування на токарному і фрезерному верстаті. Створено математичну модель при розточуванні на токарному верстаті.

Практичне значення одержаних результатів: Результати дослідження можуть бути використані в виробничих умовах та навчальному процесі.

Публікації:

Під час навчання було опубліковано

Тези: Композиційні матеріали для створення лопаток випрямляючого апарату авіаційного двигуна

Статті: 1. VR / AR-технології та їх застосування в машинобудуванні

2. Войтенко В.І., Лапач С.М., Цибуленко В.О. "Вплив варіативних реквізитів переходу при розточуванні на економічні показники переходу" (Збірник статей II Всеукраїнської конференції «Молодь і наука. Практика інноваційного пошуку» .17.12.2020 р, Національна металургійна академія України, м. Дніпро

Abstract

Parameterization of transitions of processing of cylindrical openings

The work contains: 141 sheets, 83 illustrations, 23 tables. 17 literary sources were used in writing the work.

Relevance of the work: Reducing the cost and complexity of processing cylindrical holes is an important task in mechanical engineering. These parameters are important based on the fact that by reducing these factors, we can increase the efficiency of the entire production. Parameterization just makes it possible to reduce the cost and complexity of the transition. That is, to find the best of the possible options for the value of the variable details of the information models of the projected transitions. With the help of the modern program SAPR_2020 developed by associate professor Voitenko V.I.

Objective: To test the possibilities of parameterization to improve the economic performance of the transitions of the processing of cylindrical holes.

Object of research: Virtual model of end milling and boring on a lathe and milling machine.

Subject of research: Dependences of labor intensity and prime cost at performance of the set transition on values of variable parameters of information model of transition.

Research methods: analysis, idealization, formalization, statistics.

Scientific novelty of the obtained results: Selected optimal parameters for milling with a final cutter and boring on a lathe and milling machine. A mathematical model for boring on a lathe was created.

Practical significance of the obtained results: The results of the research can be used in production conditions and educational process.

Publications:

It was published during the training

Abstracts: Composite materials for the creation of the blades of the rectifier apparatus of an aircraft engine

Articles: 1. VR / AR-technologies and their application in mechanical engineering
2. Voitenko VI, Lapach SM, Tsybulenko VO "Influence of variable details of transition at boring on economic indicators of transition" (Collection of articles of the II All-Ukrainian conference "Youth and science. Practice of innovative search". 17.12.2020, National metallurgical academy of Ukraine, Dnipro

Зміст

ЗАВДАННЯ	2
на магістерську дисертацію студенту	2
Вступ.....	9
Глава 1 Огляд літератури з питань оброблення циліндричних отворів	10
1.1. Інформаційна модель процесів розточування та фрезерування кінцевими фрезами.	10
1.2. Інструменти для виконання розточування.....	12
1.3. Кінцеві фрези для фрезерних верстатів с ЧПУ	13
1.4. Режими різання	14
1.5. Обладнання для оброблення отворів.....	15
1.5.1 HAAS_EC-1600;	15
1.5.2. HAAS_ST-10;.....	19
Глава 2. Дослідження впливу значень варіативних реквізитів на економічні показники переходів оброблення отворів.....	22
2.1. Огляд засобів проведення досліджень.....	22
2.2. Дослідження можливостей покращення економічних показників при розточуванні на токарному обладнанні	25
2.2.1. Дослідження впливу різця.....	25
2.2.2 Дослідження впливу типорозмірів різця	32
2.2.3 Дослідження зміни матеріалу різця.....	37
2.2.4. Дослідження зміни стійкості різця	45
2.3. Дослідження можливостей покращення економічних показників при розточуванні на фрезерному обладнанні.....	54
2.3.1. Дослідження впливу різця	54
2.3.2. Дослідження впливу типорозмірів різця.....	61
2.3.3. Дослідження зміни матеріалу різця.....	66
2.3.4. Дослідження зміни стійкості різця	74
2.4. Дослідження можливостей покращення економічних показників при фрезеруванні отворів кінцевими фрезами	83
2.4.1. Дослідження впливу конструкції фрези	83
2.4.2. Дослідження впливу діаметра фрези.....	91
2.4.3. Дослідження зміни матеріалу фрези	99

2.4.4. Дослідження зміни стійкості фрези.....	104
2.5. Загальний висновок по експериментам	113
Глава 3. Дослідження впливу варіативних реквізитів при розточуванні при використанні теорії планування експериментів.	115
3.1. Дослідження при використанні теорії планування експериментів ...	115
3.2. Порівняння результатів однофакторного експерименту з багатофакторним при токарній обробці на HAAS_ST-10	132
Глава 4 Розробка стартап-проекту.....	137
4.1 Опис ідеї проекту.....	137
4.2 Технологічний аудит ідеї проекту.....	138
4.3 Аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проекту.....	139
4.4 Розроблення ринкової стратегії проекту	144
4.5 Розроблення маркетингової програми стартап-проекту	146
Висновки по роботі	148
Список використаних джерел	149

Вступ

Одним із завдань машинобудування є проектування технологічних процесів, а одним з важливих завдань проектування технологічних процесів є пошук оптимальних значень параметрів обробки при яких собівартість і трудомісткість процесу будуть мінімальні. З цього випливає що мінімальні значення собівартість і трудомісткість технологічного процесу буде при оптимальних значеннях параметрів обробки на всіх переходах. Тобто – пошук найкращих, із можливих, варіантів значень варіативних реквізитів інформаційних моделей переходів, що проектуються. Параметризація переходів, що проектуються.

Поняття оптимуму (від лат. Optimum - найкраще) включає сукупність найбільш сприятливих умов. Оптимізація - це процес вибору найкращого варіанту вирішення завдання з сукупності можливих варіантів, або шлях досягнення мети при даних умовах і ресурсах. Технічна оптимізаційна задача, як правило, є економіко-математичною, що містить кількісні критерії оптимальності та обмеження, виражені математичними рівняннями в тій чи іншій формі. Результатом виконання завдання є оптимальні значення режимних параметрів, що забезпечують підвищення ефективності операцій механічної обробки.[1]

«Структурно-параметричний синтез ТП виготовлення деталей машинобудування» це термін створений Войтенко В.І. к.т.н., доц.

Ця методика має дві складові – 1).Формалізований синтез структури ТП та 2) Параметризація спроектованих переходів. Платформою для використання методики послугує САПР ТП «Sapr_2020». Це – розробки Войтенко В.І. к.т.н., доц. Комп'ютерна програма „Система автоматизованого проектування технологічних процесів механічної обробки SAPR_2020” (“SAPR_2020”). Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір № 88599 від 15.05.2019. Мінекономрозвитку. Київ, 2019. Бюлетень. ”Авторське право та суміжні права” №53. В цій роботі використовується друга складова методики – Параметризація .

В системі автоматизованого проектування “Sapr_2020” розробки доц.

Войтено В.І.[2] ми можемо моделювати різні види механічної обробки такі як розточування отвору на токарному верстаті, або фрезерування отвору

кінцевою фрезою та інші процеси обробки. У цій програмі ми можемо визначити такі параметри як подача, швидкість різання, потужність, кількість проходів та інші параметри. Параметри які можна змінити в системі автоматизованого проектування Sapr_2020 котрі впливають на собівартість і трудомісткість це верстат, типорозмір інструменту, стійкість інструменту, матеріал різальної частини, розмір інструменту, матеріал заготовки, розмір заготовки і оброблюваної поверхні, шорсткість поверхні і так далі. Результати моделювання в системі автоматизованого проектування дає можливість отримати оптимальні параметри собівартості і трудомісткості для переходів.

Глава 1 Огляд літератури з питань оброблення циліндричних отворів

1.1. Інформаційна модель процесів розточування та фрезерування кінцевими фрезами.

На остаточний результат (точність розмірів та якість поверхні) процесів фрезерування кінцевими фрезами і розточування впливає безліч факторів. Всі ці фактори ми можемо умовно поділити на такі категорії як: ті на які ми можемо впливати (інструментальний матеріал, або режим різання і так далі) і на ті, які задані заздалегідь (глибина переходу, матеріал заготовки, обладнання).

Якщо розглядати процеси фрезерування кінцевими фрезами і розточування в загальному то можна виділити такі фактори, які впливають на обидва процеси.

- матеріал який обробляємо цими процесами (група матеріалів, поправочний коефіцієнт на швидкість різання, межа міцності, твердість,)
- інструментальний матеріал (швидкість різання, поправочні коефіцієнти на подачу і потужність)
- глибина різання
- остаточний розмір оброблюваної поверхні з вимогами точності та шорсткості
- стан поверхні заготовки
- схема установки заготовки
- параметри верстата (потужність двигуна, максимальні та мінімальні оберти шпинделя).
- конструкція інструменту і його геометричні параметри (для різців це розміри перерізу державки, головний та допоміжний кути в плані, товщина пластинки, радіус при вершині, для фрез це розміри фрези, товщина пластини, головний кут в плані, спосіб кріплення пластини, кількість зубів фрези)
- подача

На собівартість операцій фрезерування кінцевою фрезою і розточування впливають такі параметри як:

- Витрати на основну зарплату
- Витрати на додаткову зарплату
- Витрати на оплату використаної електроенергії
- Амортизаційні відрахування за експлуатацію верстата враховують вартість верстата нормативний коефіцієнт ефективності використання нової техніки , кількість верстатів , прийнятих до розрахунку, основну складову норми часу , річний фонд часу при роботі в дві зміни і інтегральний показник складності використовуюваного обладнання.
- Витрати на ремонт верстата
- Витрати на експлуатацію та ремонт затискних пристроїв
- Витрати на інструмент

Також на рис 1.1 приведена нижче блок схема алгоритму визначення собівартості виконання технологічного переходу механічного оброблення в системи автоматизованого проектування Sapr_2020.[3]

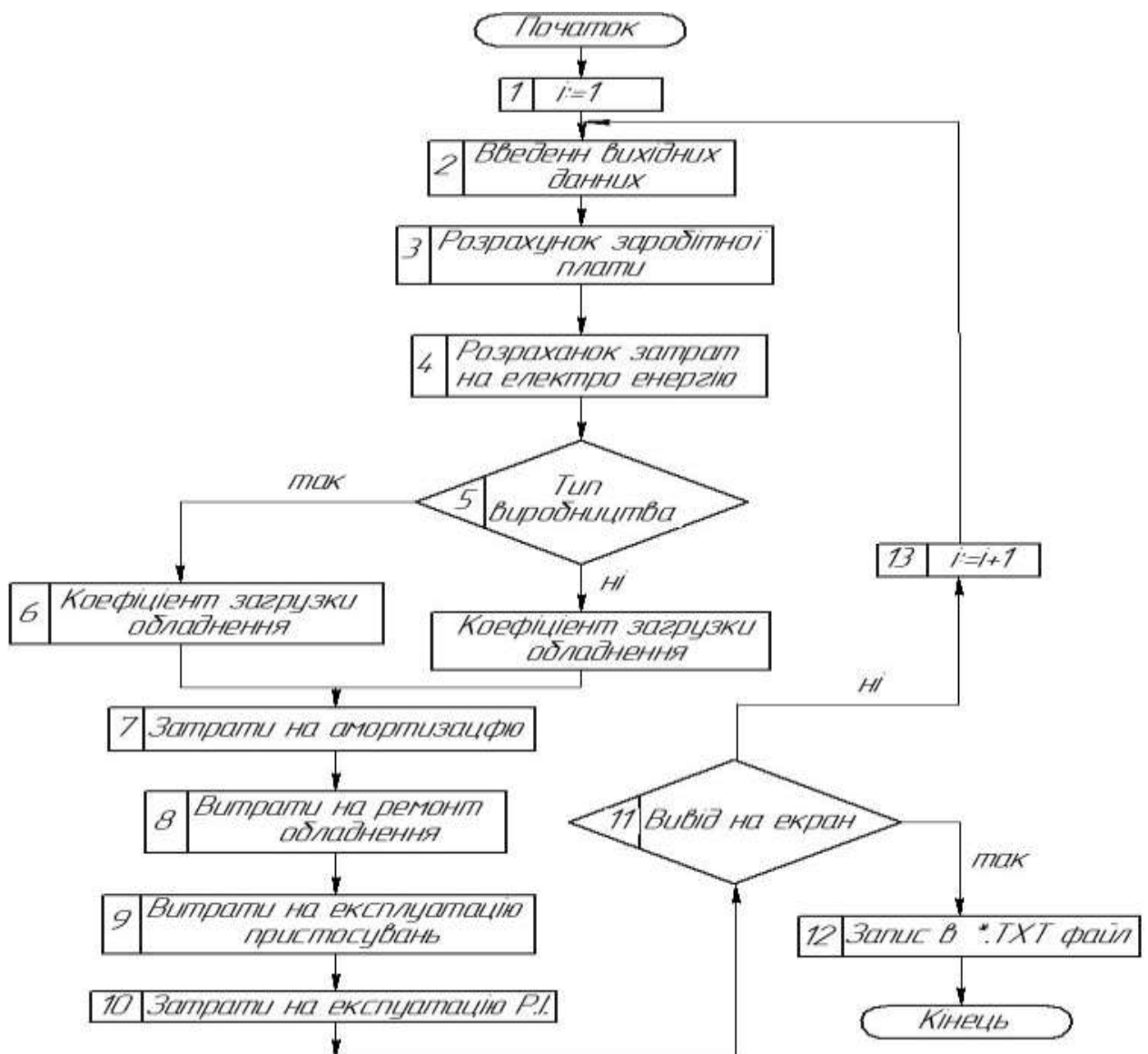


Рис.1.1 Блок – схема алгоритму визначення собівартості виконання технологічного переходу механічного оброблення.[3]

1.2. Інструменти для виконання розточування

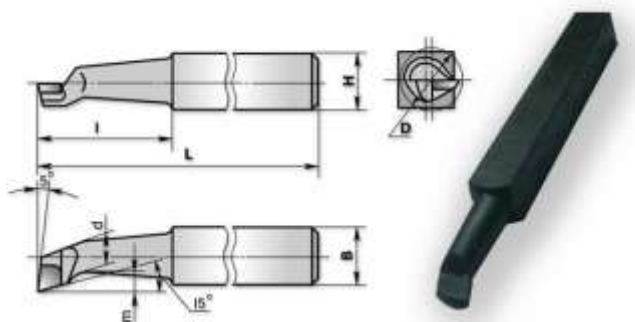


Рис.1.2.Розточний різець

У виробництві та машинобудуванні широко використовуються і застосовуються розточувальні різці. Розточувальні різці служать для обробки глухих і наскрізних отворів на верстатах токарної групи. Даними різцями можна досягати високої частоти обробки і більш точних отворів.

Розточувальні різці бувають швидкорізальні для обробки легких матеріалів і сплавів наприклад фторопласт, алюміній, текстоліт і інші матеріали, різці твердосплавні, монолітні або з пластинками з твердого сплаву застосовуються для обробки отворів в більш твердих і міцних матеріалах наприклад нержавіюча сталь, сира сталь, бронза, латунь, розжарені сталі і інші матеріали. Різці для обробки отворів бувають з круглою або квадратною державкою. [4]

Для обробки отворів розточувальними різцями необхідно мати певні навички і вміння наприклад для наскрізних отворів різець можна встановити в резцедержателі вище або нижче центру в залежності від внутрішнього оброблюваного діаметра, а ось для глухих отворів з підрізуванням торця різець необхідно виставляти чітко по центру що б не залишалася бобишка в центрі торця. При обробці глухих отворів з підрізуванням торця розточний різець повинен бути в два рази менше ніж діаметр оброблюваного отвору, чому так? Це необхідно для того що, коли підрізає торець в отворі тильна частина різця не зашкодила, обробляється отвір. [4]

Вибір режимів різання для обробки отворів залежить від заточки різця, оброблюваного матеріалу, діаметра отвору та деяких інших факторів.

На сьогоднішній день широко поширені розточувальні різці зі змінними пластинами мають різні форми і профілі. Дані різці зручні у використанні, а так само мають набір запасних частин для державок і кріплень пластин. Такими різцями зручно працювати через швидку зміни зношеної пластинки, жорсткості, надійності, зносостійкості. Дана група різців має більше плюсів і в деякому випадку перевершують різці, зображені на картинці вище. Пластинки для розточувальних різців виготовляються для різних матеріалів і сплавів. [4]

Для розточувальних різців існують певні ГОСТи, наприклад для обробки наскрізних отворів різцями зі швидкорізальної сталі з найменшим діаметром 14мм ГОСТ 18872-73, для глухих отворів з найменшим діаметром 6мм ГОСТ 18873-73. Токарні різці з пластинками з твердого сплаву для обробки наскрізних ГОСТ 18882-73 і глухих отворів ГОСТ 18883-73. Всі розточувальні різці мають свій стандарт і ГОСТ.[4]

1.3. Кінцеві фрези для фрезерних верстатів с ЧПУ

Фрези кінцеві - це металорізальний інструмент циліндричної форми з гострими ріжучими гранями, розташованими з торця і на циліндричній поверхні. Основну роботу виконують циліндричні ріжучі кромки, торцеві зуби в основному використовуються для зачистки обробленої поверхні.



Рис.1.3. Фреза кінцева

Сфера використання.

Кінцеві фрези застосовуються для обробки площин, пазів і уступів, можуть бути встановлені на фрезерний верстат або в ручний електроінструмент. Даний інструмент широко застосовується для створення контурних уступів і виїмок, обробки поверхонь розташованих під прямим кутом по відношенню один до одного.

Фреза може бути використана для напівчистої і чистої обробки, що залежить від розміру зубів. Інструмент з великими ріжучими крайками застосовується для напівчистої обробки, з нормальним - для чистої.

Види фрез

Залежно від напрямку зуба кінцеві фрези поділяються на право- і ліворіжущі. Інструмент випускається з циліндричним і конічним хвостовиком, останні призначені для машинних робіт.

Все фрези випускаються з нерівномірним кроком зубів, величина якого від числа ріжучих крайок. Такий крок називається окружним і його розмір чітко

визначається вимогами державного стандарту. Фреза може мати від трьох до шести зубів. Так, при трьох зубах крок становить 110, 123 і 127 град., При шести його величина дорівнює 57, 63, 57, 63, 57, 63 град.

Залежно від призначення фрези кінцеві бувають наступних типів:

Для нарізування сегментних шпонкових пазів.

Шпонкові з твердосплавної ріжучої частиною.

Сферичні для обробки виїмок відповідної форми.

Радіусні. Застосовуються для вибірки пазів різної конфігурації.

Для обробки Т-образних пазів, т. Н. грибкові фрези.

По конструкції фрези можуть бути цільними або мати припаяні твердосплавні платини або спеціальні коронки. Останні використовуються для обробки твердих матеріалів, наприклад чавуну. По розташуванню зуба вони можуть бути прямо-і косозубими, а також мати гвинтову форму різальних кромок.[5]

1.4. Режими різання

Призначення раціонального режиму різання полягає головним чином у виборі найбільш вигідного поєднання швидкості різання і подачі, що забезпечують в даних умовах з урахуванням доцільного використання регулюючих властивостей інструменту і кінематичних можливостей обладнання, найбільшу продуктивність суспільної праці і найменшу вартість операції.

Для зменшення основного (машинного) часу слід працювати з якомога більшою технологічно допустимою подачею і відповідної цієї подачі швидкістю різання. При цьому повинні бути найбільш повно використані ріжуча здатність інструменту і його міцність, динамічні можливості верстата при дотриманні технічних умов на виготовлення деталі. [6]

Щодо найбільший вплив глибини різання на стійкість різця і швидкість різання дозволяє при чорновій обробці призначати якомога більшу глибину різання, відповідну глибині зрізаного припуску за один прохід. При чистовій обробці глибина різання призначається залежно від ступеня точності і шорсткості поверхні. Кількість проходів понад одного при чорновій обробці слід допускати у виняткових випадках при знятті підвищених припусків і обробці на малопотужних верстатах. При чистовій обробці кількість проходів залежить від необхідної шорсткості і точності поверхні, жорсткості системи верстат-інструмент-деталь і похибки попередньої обробки. [6]

Величина подачі при чорновій обробці призначається з урахуванням розмірів оброблюваної поверхні, чистоти і жорсткості системи інструмент-деталь. З огляду на позитивний вплив збільшення подачі на усунення вібрацій, що виникають в процесі різання, а також зменшення її впливу на стійкість, ніж вплив швидкості різання, слід для скорочення часу обробки призначати якомога більшу подачу, що допускається міцністю інструменту, механізму подачі і механічними умовами обробки. [6]

Після вибору глибини різання і подачі по відповідним допускам розраховується швидкість різання. [6]

Розраховані за нормативами режими різання не слід вважати граничними. Межі можливого підвищення економічно рентабельних швидкостей різання до рівня режиму максимальної продуктивності верстата (коли кількість оброблених деталей буде найбільшим, хоча вартість обробки підвищиться) обмежені і становлять в більшості випадків в середньому 15-20%. Подальше підвищення режимів різання призведе до зниження продуктивності верстата внаслідок різкого зростання простоїв через технічного обслуговування (зміна і підналагоджує інструменту). Тому при необхідності підвищення режимів різання слід вишукувати можливості застосування інструменту кращих конструкцій, більш зносостійких інструментальних матеріалів і інші технології. [6]

Призначення режимів різання здійснюється завдяки довіднику Гузєєва (Машинобудування 2007). Спершу визначаємо глибину різання, потім максимальну подачу і швидкість різання. Такий вибір елементів обумовлюється тим, що на кількість виробленого тепла в процесі різання, а це значить що і на знос і на стійкість інструменту найменше впливає глибина різання, а в більшій мірі подача і особливо швидкість різання.

1.5. Обладнання для оброблення отворів

1.5.1 HAAS_EC-1600;



Рис.1.4. верстат HAAS EC-1600
ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

Користуються високою популярністю верстати Haas серії EC HMC пропонують великий робочий простір і максимальну ємність деталі в 10 000 lb, роблячи їх ідеальними рішеннями, відповідними вашим вимогам до механічної обробки великих деталей. Моделі з 4-осьової планшайбою поворотного столу, інтегрованої в Т-подібний паз для того, щоб забезпечити доступ до 4 сторонам деталі або одночасну 4-осьову механічну обробку. Стандартний пристрій зміни інструменту бічній установки, 30 + 1 гніздо Шпиндель з конусом ISO 50 з двошвидкісним редуктором

Дуже велика робоча зона

50 "найбільший діаметр оброблюваної деталі з інтегрованою 4-й віссю (опціонально)

Зроблено в США

ХОДЫ	S.A.E	METRIC
Ось X	64.0 in	1626 mm
Ось Y	50.0 in	1270 mm
Ось Z	32.0 in	813 mm
От оси шпинделя до стола	11.97 in	304 mm

SPINDLE	S.A.E	METRIC
Максимальная мощность	30.0 hp	22.4 kW
Максимальная скорость	7500 rpm	7500 rpm
Максимальный крутящий момент	340 ft-lbf @ 700 rpm	460 Nm @ 700 rpm
Система привода	2-Speed Gearbox	2-Speed Gearbox
Конус	CT or BT 50	CT or BT 50

СТОЛ	S.A.E	METRIC
Длина	64.0 in	1626 mm
Ширина	36.0 in	914 mm
Ширина Т-образных пазов	0.630 in	16 mm
Расстояние по центру Т-образных пазов	4.92 in	125 mm
Количество стандартных Т-образных пазов	7	7
Максимальный вес на столе (равномерно распределенный)	10000 lb	4536 kg

INTEGRATED 4TH AXIS (B AXIS)	S.A.E	METRIC
Стол	64 in x 32 in	1626 mm x 813 mm
Диаметр планшайбы	30.00 in	762 mm
Travel	360 °	360 °
Максимальный диаметр обрабатываемой детали	50.0 in	1270 mm
Максимальный вес на планшайбе	10000 lb	4536.0 kg
Максимальная мощность	5.0 hp	3.7 kW
Крутящий момент (постоянный)	2000 ft-lbf	2712 Nm
Люфт	30 arc-sec	30 arc-sec
Передачное число	500:1	500:1
Крутящий момент при торможении	4000 ft-lbf	5423 Nm
Минимальное разрешение	0.001 °	0.001 °
Точность индексации	± 30 arc-sec	± 30 arc-sec
Воспроизводимость	15 arc-sec	15 arc-sec
От оси шпинделя до стола	5.75 in	146 mm
FEEDRATES	S.A.E	METRIC
Резание на максимальную глубину	500 ipm	12.7 m/min
Ускоренные перемещения по оси X	600 ipm	15.2 m/min
Ускоренные перемещения по оси Y	600 ipm	15.2 m/min
Ускоренные перемещения по оси Z	600 ipm	15.2 m/min
AXIS MOTORS	S.A.E	METRIC
Максимальное осевое усилие по оси X	4000 lbf	17793 N
Максимальное осевое усилие по оси Y	8000 lbf	35586 N
Максимальное осевое усилие вдоль оси Z	8000 lbf	35586 N
ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ	S.A.E	METRIC
Объем СОЖ	95 gal	360 L

TOOL CHANGER	S.A.E	METRIC
Тип	SMTC	SMTC
Емкость	30+1	30+1
Максимальный диаметр инструмента (полный)	4.0 in	102 mm
Максимальный диаметр инструмента (с пустыми соседними ячейками)	10.0 in	254 mm
Максимальная длина инструмента (от мерной линии)	20 in	508 mm
Максимальный вес инструмента	30 lb	13.6 kg
От инструмента до инструмента (среднее)	8.0 s	8.0 s
Время от стружки до стружки (среднее)	12.6 s	12.6 s
AIR REQUIREMENTS	S.A.E	METRIC
Требуемое количество сжатого воздуха	9 scfm @ 100 psi	255 L/min @ 6.9 bar
Встроенный воздушный шланг	3/8 in	3/8 in
Муфта (пневматическая)	3/8 in	3/8 in
Минимальное давление воздуха	80 psi	5.5 bar
DIMENSIONS - SHIPPING	S.A.E	METRIC
Спутник для внутренних перевозок	192 in x 144 in x 136 in	488 cm x 366 cm x 346 cm
Экспортная тара	192 in x 144 in x 137 in	488 cm x 366 cm x 348 cm
Масса	30000 lb	13608.0 kg
Экспортная тара с конвейером	127 in 39 in 86 in	323 cm 100 cm 219 cm
Вес с конвейером	900 lb	409 kg

1.5.2. HAAS_ST-10;

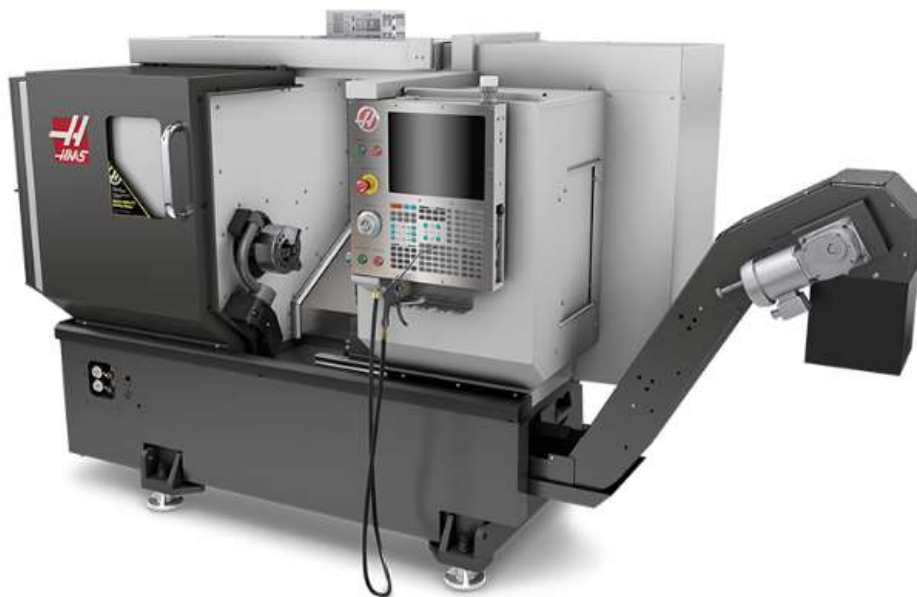


Рис.1.5. верстат HAAS ST-10.

ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

Високопродуктивні токарні центри Haas серії ST були створені з нуля для забезпечення гнучкості настройки, надзвичайної жорсткості і високою температурної стабільності.

ST-10 має дуже маленьку займану площу, але не дивлячись на це надає велику робочу зону. Цей верстат пропонує краще співвідношення ціни і якості в своєму класі.

Дуже маленька займана площа

Висока кількість обертів на хвилину і швидкість

Ідеальний для великих обсягів, високопродуктивної роботи

Зроблено в США

SWING DIAMETER	S.A.E	METRIC
Максимальный диаметр детали	16.5 in	419 mm
Над режущим клином	16.5 in	419 mm

CAPACITIES	S.A.E	METRIC
Размер патрона	6.5 in	165 mm
Максимальный диаметр обработки (зависит от револьверной головки)	14.0 in	356 mm
Максимальная длина резания (зависит от крепления)	16.0 in	406 mm
Наибольший диаметр прутка	1.75 in	44 mm

ХОДЫ	S.A.E	METRIC
Ось X	7.9 in	200 mm
Ось Z	16.0 in	406 mm

FEEDRATES	S.A.E	METRIC
Ускоренные перемещения по оси X	1200 ipm	30.5 m/min
Ускоренные перемещения по оси Z	1200 ipm	30.5 m/min

AXIS MOTORS	S.A.E	METRIC
Максимальное осевое усилие по оси X	3300 lbf	14679 N
Максимальное осевое усилие вдоль оси Z	3300 lbf	14679 N

SPINDLE	S.A.E	METRIC
Торец шпинделя	A2-5	A2-5
Максимальная мощность	15.0 hp	11.2 kW
Максимальная скорость	6000 rpm	6000 rpm
Максимальный крутящий момент	75 ft-lbf @ 1300 rpm	102 Nm @ 1300 rpm
Диаметр отверстия шпинделя	2.31 in	58.7 mm

TURRET	S.A.E	METRIC
Количество инструментов	12-Station BOT	12-Station BOT
Инструменты для обработки наружных и внутренних диаметров	Any Combination (will vary with turret)	Any Combination (will vary with turret)
Втулка расточной оправки (сзади револьверной головки)	0.75 in	19.1 mm

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ	S.A.E	METRIC
Объем СОЖ	30 gal	114 L

AIR REQUIREMENTS	S.A.E	METRIC
Требуемое количество сжатого воздуха	4 scfm @ 100 psi	113 L/min @ 6.9 bar
Встроенный воздушный шланг	3/8 in	3/8 in
Муфта (пневматическая)	3/8 in	3/8 in
Минимальное давление воздуха	80 psi	5.5 bar

ELECTRICAL SPECIFICATION	S.A.E	METRIC
Скорость вращения шпинделя	6000 rpm	6000 rpm
Система привода	Direct Speed, Belt Drive	Direct Speed, Belt Drive
Мощность, передаваемая шпинделем	15.0 hp	11.2 kW
Напряжение переменного тока на входе (трехфазный): низкое	220 VAC	220 VAC
Полная нагрузка, амперы (трехфазный): минимальная	40 A	40 A
Напряжение переменного тока на входе (трехфазный): высокое	440 VAC	440 VAC
Полная нагрузка, амперы (трехфазный): максимальная	20 A	20 A

DIMENSIONS - SHIPPING	S.A.E	METRIC
Спутник для внутренних перевозок	126 in x 70 in x 81 in	320 cm x 178 cm x 206 cm
Экспортный спутник	126 in x 70 in x 81 in	320 cm x 178 cm x 206 cm
Масса	7900 lb	3585.0 kg

Глава 2. Дослідження впливу значень варіативних реквізитів на економічні показники переходів оброблення отворів

2.1. Огляд засобів проведення досліджень.

Програмний продукт «Sapг_2020» призначений для проектування технологічних процесів механічної обробки деталей машино - приладобудування. ПК може використовуватися як в умовах реального виробництва, так і в умовах навчальних закладів машинобудівного профілю.

Диалогово-алгоритмічна САПР ТП «Sapг_2020» (Свідоцтво авторського права на твір № 88599 від 15.05.2019.) Дозволяє проектувати в діалоговому режимі технологічні процеси обробки деталей довільної форми. «Sapг_2020» оснащена модулями алгоритмічного призначення маршрутів обробки типових поверхонь деталей машин і модулями інтерактивного проектування типових технологічних переходів. При випуску опису технологічного процесу в формах по ГОСТ 3.1118-82, виконується технічне нормування спроектованих операцій, визначаються енергетичні витрати за операціями, формуються діаграми трудовитрат за операціями і за типами верстатів. [7]

Основні відмінності «Sapг_2020» від багатьох існуючих систем полягають в застосуванні графічного діалогу при формуванні інформаційних моделей технологічних переходів, а також в наявності алгоритмічних модулів призначення маршруту (плану) обробки найбільш поширених типів поверхонь. Наявність таких модулів надає проектувальнику можливість отримання рекомендацій про доцільний варіант плану (маршруту) обробки в залежності від кінцевих вимог до розмірним і якісними параметрами оброблюваної поверхні. План обробки деталізується до міжопераційних розмірів з призначенням також вимог точності до них і до шорсткості поверхні. [7]

При призначенні режимів обробки застосовуються багатофакторні математичні моделі, орієнтовані на призначення елементів режимів різання (включаючи і подачі) в залежності від значень безлічі параметрів реальних умов обробки. Крім текстового опису технологічних переходів формуються також і фрагменти (G-коди) програм для верстатів з ЧПУ. Для основних технологічних переходів передбачений розрахунок собівартості їх виконання. Також, під час випуску опису технологічного процесу по ГОСТ виконується розрахунок трудомісткості і собівартості операцій.

«Sapг 2020» дозволяє проектувати документацію як на російській, так і на українській мові. [7]

При проектуванні технологічного процесу (ТП) розподіл функцій між технологом і ЕОМ (технічне і програмне забезпечення) передбачає призначення структури ТП (набору і послідовності технологічних операцій) безпосередньо самим технологом. Засоби автоматизації проектування при цьому забезпечують проектувальника необхідною довідковою інформацією і ініціюють діалогові процедури формування інформаційних моделей

елементів технологічних систем і самого технологічного процесу. В процесі діалогу, при використанні спеціалізованих стилізованих макетів екрану, задаються реквізити деталі, заготовки та технологічної системи. [7]

Процеси діалогу призначення технологічних операцій, моделей верстатів до них, конструкцій і параметрів інструментів і т. П. Забезпечуються альтернативними меню і відповідними базами даних. При завданні інформаційних характеристик технологічних переходів забезпечується можливість оперативного редагування при виникненні випадкових помилок.

Типові розрахунки: маси заготовки з прокату, режимів обробки і норм часу на виконання операцій і переходів, виконуються алгоритмічно.

Програмне забезпечення системи складається з базового програмного забезпечення (монітора - ядра системи), алгоритмічних модулів призначення маршрутів обробки типових поверхонь деталей машин, а також взаємозамінних програмних модулів інтерактивного проектування основних технологічних переходів. [7]

Модульна структура системи дозволяє експлуатувати систему на IBM-сумісних ПК з об'ємом оперативної пам'яті від 900 К

Ядро програмного забезпечення системи становлять: монітор головних команд системи, СУБД матеріалів і заготовок з прокату, монітор операцій і СУБД відповідних їм верстатів, монітор технологічних переходів, СУБД основного інструменту, текстовий редактор для редагування робочого варіанту технологічного процесу і програмний модуль формування технологічної документації в стандартних формах. [7]

Алгоритмічні модулі призначення маршруту (плану) обробки типових поверхонь (МОП) виконують призначення методів обробки з призначенням припусків і розрахунками міжопераційних розмірів з вимогами до їх точності і до шорсткості відповідної спеціалізації модуля поверхні. Серед них - модуль призначення МОП зовнішніх циліндричних поверхонь в діапазоні діаметрів від 3-х до 3150 мм з КВАЛІТЕТ до 5-го включно, і параметра шорсткості R_a до 0.05 μkm при обробці гострінням (3 стадії) і круглим шліфуванням; уступів, контурів, плоских поверхонь, пазів в діапазоні розмірів від 3-х до 3150 мм і квалитетов до 5-го включно, і параметра шорсткості R_a до 0.05 μkm при обробці торцевими і чи кінцевими фрезами (4 стадії для торцевих фрез і 2 стадії для кінцевих) і плоским шліфуванням (3 стадії); циліндричних отворів в діапазоні діаметрів від 3-х до 500 мм і квалитетов до 6-го включно і параметрі шорсткості R_a до 0.1 μkm при обробці кінцевими інструментами (3 стадії для зенкерування і розгортання), розточування (3 стадії), фрезеруванням кінцевими фрезами (2 стадії) і внутрішнім шліфуванням (3 стадії); зовнішніх і внутрішніх метричних різьб; інструментальних конусів; зубчастих і шліцьових поверхонь. [7]

Головне меню системи «Sapr_2020» (рис. 1) Включає режими інтерактивного проектування: "Нова деталь"; "Матеріал"; "Операція"; "Calc"; "Edit"; і "Форма_3". Також пропонують режими алгоритмічного призначення МОП типових поверхонь: площинах, зовнішніх и внутрішніх циліндричних

поверхонь, метричних резіб, інструментальних конусів, а також прямозубих зубчасті поверхонь. .[7]



Рис.2.1. Головне меню системи «Sapr_2020»

Вибір режиму забезпечується розміщеними на екрані спеціалізованими "клавішами", що відкривають відповідні альтернативні меню. Типові поверхні вибираються з меню.[7]

2.2. Дослідження можливостей покращення економічних показників при розточуванні на токарному обладнанні

2.2.1. Дослідження впливу різця

Мета: Перевірка можливостей параметризації для покращення економічних показників переходів оброблення циліндричних отворів .

Об'єкт дослідження: Розточування на токарному верстаті HAAS_ST-10
Ø100H12, Ra1,6

Предмет дослідження: Залежності продуктивності та собівартості при виконанні заданого переходу від значень варіативних параметрів інформаційної моделі переходу.

Вихідні данні:

Деталь:

Назва – Корпус.

Матеріал – Сталь45 (170...179 HB).

Точність обробки поверхні – H12.

Параметри шорсткості обробленої поверхні: Ra=1.6 мкм.

Станок HAAS_ST-10;

Глибина різання – t=5 мм;

Довжина отвору = 50мм;

Для виконання першого дослідження (Дослідження впливу різця)

Для проведення досліду використовуємо 4 інструменти

1. Різець розточн. з мех.кріпл. ромбіч.пл.; Fi=93 град., 25x20, T15K6, ТУ ВНИИ
2. Різець розточн. з мех.кріпл. 3-гр.пл.; Fi=93 град., 24x22, T15K6, ТУ ВНИИ
3. Різець розточн. з мех.кріпл. 3-грн.пл.; Fi=93 град., 26x20, T15K6, ГОСТ 20874-75
4. Різець розточн. з ромб.пл.; Fi=93 град для глух.отв., 32x32, T15K6, ГОСТ 20874-75

Було змодельовано розточування на токарному верстаті з ЧПК моделі HAAS_ST-10Y циліндричної поверхні Ø100 довжиною 50 мм з вимогами до шорсткості поверхні Ra1,6 мкм

Використовуємо параметри які рекомендує Sapr_2020 а саме значення стійкості платини різця: 30хв, матеріал інструменту T15K6, а також рекомендовані типорозміри інструменту.

Починаємо дослідження з рекомендованою програмою різця (Різець розточн. з мех.кріпл. ромбіч.пл.; Fi=93 град., 25x20, T15K6, ТУ ВНИИ)

На рис. 2.2. подано скріншот при обраному інструменті „К.01.4341.000-01 Різець розточн. з мех.кріпл. ромбіч.пл.; Fi=93 град., 25x20, T15K6, ТУ ВНИИ”

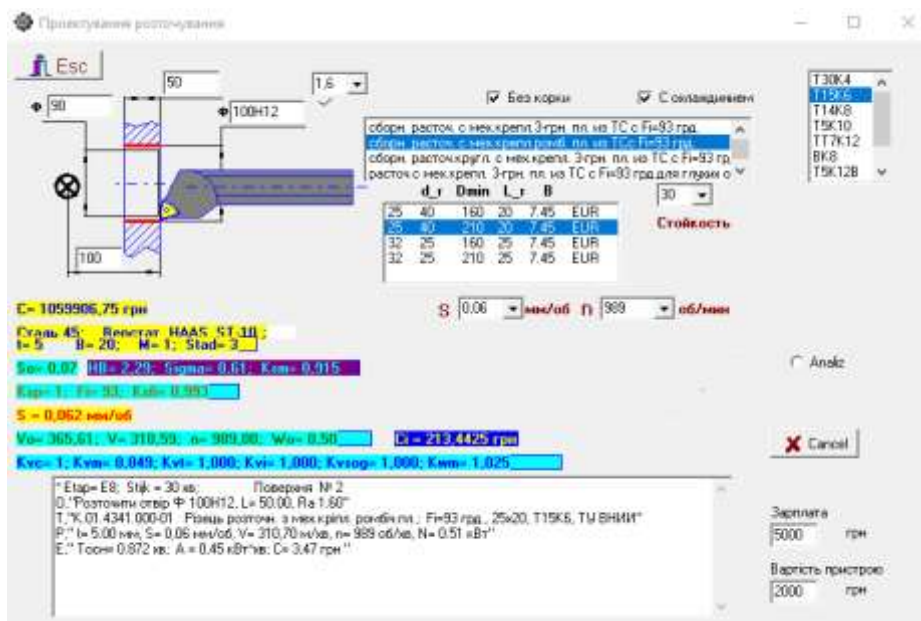


Рис. 2.2. – Скріншот при моделюванні розточування в програмному засобі «Sapr_2020»

Modul_Sobivartist; s.149; Ставка= 5000 грн; Тосп= 0,87 хв; Стійкість= 30,00 хв;
 Зарплата основна= 0,42 грн; Зарплата додаткова= 0,0000 грн; Зарплата повна= 0,42 грн;
 Ціна інструмента= 213,44 грн; Норматив на заточку= 5 хв; Кількість переточок= 2; Витрати на інструмент= 2,51 грн;
 Вартість Верстата= 1059906,75 грн; Амортизаційні витрати= 0,517 грн; Витрати на ремонт= 0,01 грн;
 Потужність верстата= 11,20 кВт; Потужність різання= 0,51 кВт;
 Тосн= 0,872хв; Витрати на електроенергію= 0,01359 грн;
 Вартість пристрою= 2000,00 грн; Витрати на пристрій= 0,009 грн;
 Собівартість переходу= 3,47 грн;

OK

Рис. 2.3. Скріншот результатів визначення собівартості при обраному інструменті "К.01.4341.000-01 Різець розточн. з мех.кріпл. ромбіч.пл.; Fi=93 град., 25x20, Т15К6, ТУ ВНИИ"

На рис. 2.4. подано скріншот при обраному інструменті, “ К.01.4490.000 Різець розточн. з мех.кріпл. 3-гр.пл.; Fi=93 град., 24x22, Т15К6, ТУ ВНИИ"

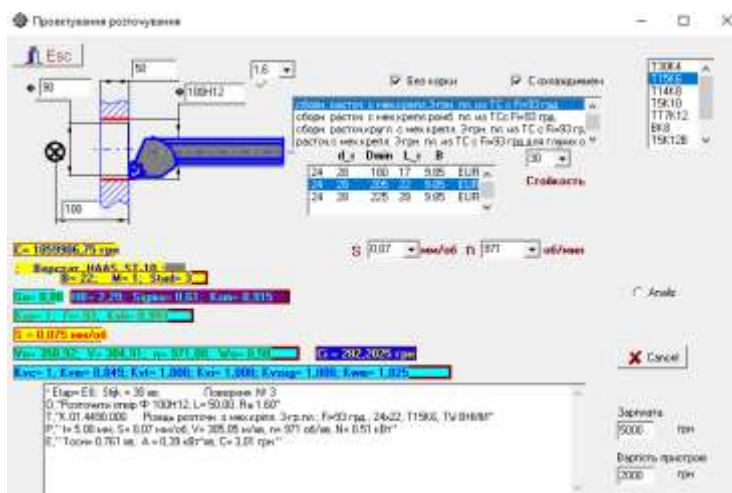


Рис. 2.4. – Скріншот при моделюванні розточування в програмному засобі «Sapr_2020»

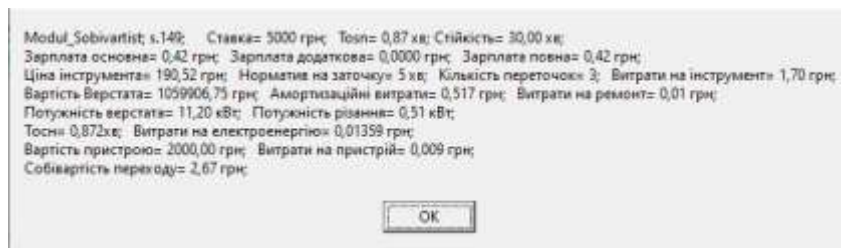


Рис. 2.5. Скріншот результатів визначення собівартості при обраному інструменті "K.01.4490.000 Різець розточн. з мех.кріпл. 3-гр.пл.; Fi=93 град., 24x22, T15K6, ТУ ВНИИ"

На рис. 2.6 подано скріншот при обраному інструменті , "2145-0553 Різець розточн. з мех.кріпл. 3-грн.пл.; Fi=93 град., 26x20, T15K6, ГОСТ 20874-75"

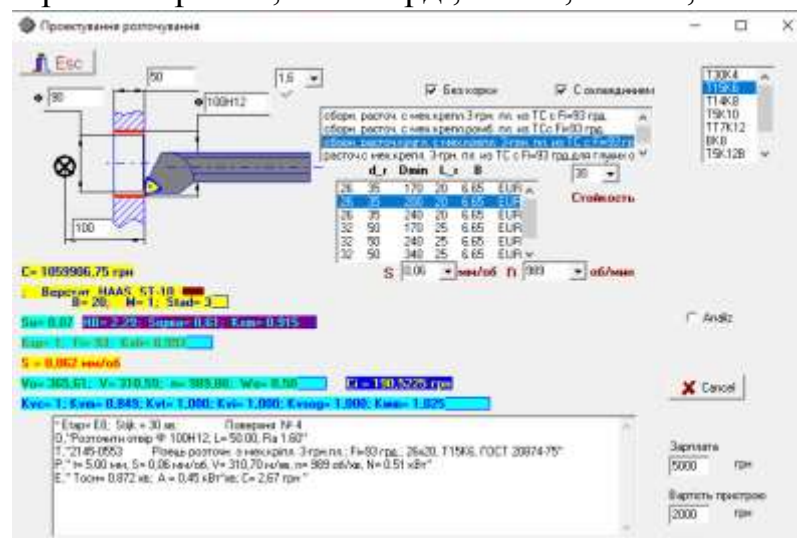


Рис. 2.6 – Скріншот при моделюванні розточування в програмному засобі «Sapr_2020»

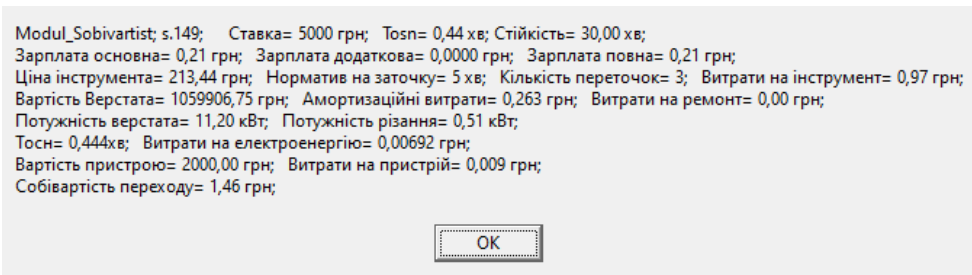


Рис. 2.7. Скріншот результатів визначення собівартості при обраному інструменті , "2145-0553 Різець розточн. з мех.кріпл. 3-грн.пл.; Fi=93 град., 26x20, T15K6, ГОСТ 20874-75"

На рис. 2.8 подано скріншот при обраному інструменті , "2141-0603 Різець розточн. з ромб.пл.; Fi=93 град для глух.отв., 32x32, T15K6, ГОСТ 20874-75"

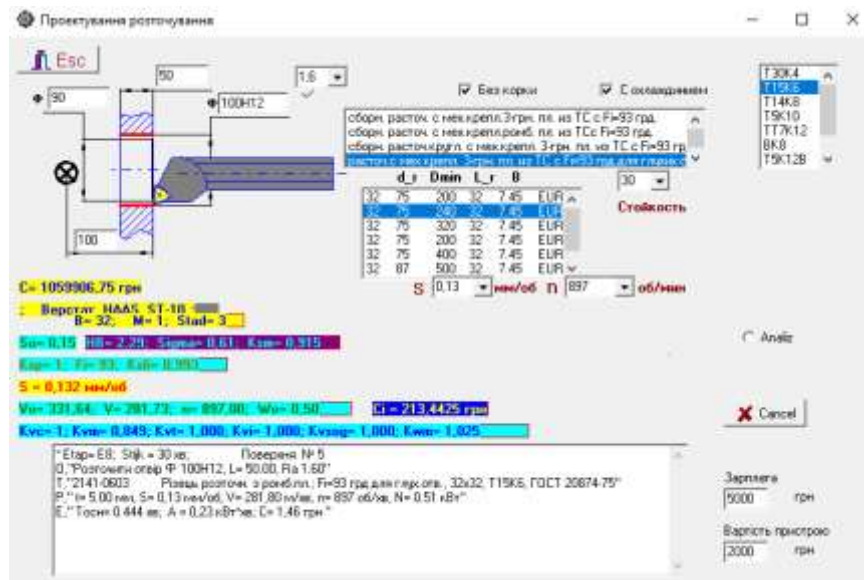


Рис. 2.8 – Скріншот при моделюванні розточування в програмному засобі «Sapr_2020»

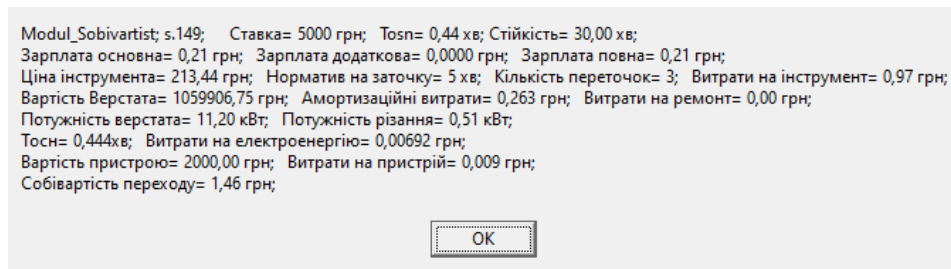


Рис. 2.9. Скріншот результатів визначення собівартості при обраному інструменті, "2141-0603 Різець розточн. з ромб.пл.; Fi=93 град для глух.отв., 32x32, T15K6, ГОСТ 20874-75"

Далі представлені лісінгі опис собівартості і операцій для всіх чотирьох інструментів

Далі подано лістинг файла "Text.txt":

* Etap= E8; Stijk = 30 хв; Поверхня № 1
 О,"Розточити отвір Ф 100H12, L= 50.00, Ra 1.60"
 Т,"K.01.4341.000-01 Різець розточн. з мех.кріпл. ромбіч.пл.; Fi=93 град., 25x20, T15K6, ТУ ВНИИ"
 Р," t= 5.00 мм, S= 0,06 мм/об, V= 310,70 м/хв, n= 989 об/хв, N= 0.51 кВт"
 Е," Тосн= 0.872 хв; А = 0,45 кВт*хв; С= 3,47 грн "
 * Etap= E8; Stijk = 30 хв; Поверхня № 2
 О,"Розточити отвір Ф 100H12, L= 50.00, Ra 1.60"
 Т,"K.01.4490.000 Різець розточн. з мех.кріпл. 3-гр.пл.; Fi=93 град., 24x22, T15K6, ТУ ВНИИ"
 Р," t= 5.00 мм, S= 0,07 мм/об, V= 305,05 м/хв, n= 971 об/хв, N= 0.51 кВт"
 Е," Тосн= 0.761 хв; А = 0,39 кВт*хв; С= 3,01 грн "

* Etap= E8; Stijk = 30 хв; Поверхня № 3
 О,"Розточити отвір Ф 100Н12, L= 50.00, Ra 1.60"
 Т,"2145-0553 Різець розточн. з мех.кріпл. 3-грн.пл.; Fi=93 грд.,
 26х20, Т15К6, ГОСТ 20874-75"
 Р," t= 5.00 мм, S= 0,06 мм/об, V= 310,70 м/хв, n= 989 об/хв, N= 0.51
 кВт"
 Е," Тосн= 0.872 хв; А = 0,45 кВт*хв; С= 2,67 грн "
 * Etap= E8; Stijk = 30 хв; Поверхня № 4
 О,"Розточити отвір Ф 100Н12, L= 50.00, Ra 1.60"
 Т,"2141-0603 Різець розточн. з ромб.пл.; Fi=93 грд для глух.отв.,
 32х32, Т15К6, ГОСТ 20874-75"
 Р," t= 5.00 мм, S= 0,13 мм/об, V= 281,80 м/хв, n= 897 об/хв, N= 0.51
 кВт"
 Е," Тосн= 0.444 хв; А = 0,23 кВт*хв; С= 1,46 грн "

"Далі подано лістинг файла "Sobivartis.txt".

(Е4; напівчисте розточування; ф100Н12; L= 50; IT= 12; Ra= 1,6; t= 5,000мм;
 Поверхня № 2; S= 0,06 мм/об.; V= 310,70 м/хв.
 ф Стійкість= 30,00 хв; Тосн= 0,87 хв;
 Ставка= 5000 грн; Зарплата основна= 0,42 грн; Зарплата
 додаткова=0,00 грн;
 Зарплата повна= 0,42 грн;
 Ціна інструмента= 213,44 грн; Норматив на заточку= 5 хв; Кількість
 переточок= 2;
 Витрати на інструмент= 2,51 грн;
 Вартість верстата= 1059906,75 грн; Амортизаційні витрати= 0,52 грн;
 Витрати на ремонт= 0,01 грн; Потужність верстата= 11,20 кВт; Потужність
 різання= 0,51 кВт;
 Витрати на електроенергію= 0,01359 грн;
 Вартість пристрою= 2000,00 грн; Витрати на пристрій= 0,01 грн;
 Собівартість переходу= 3,47 грн;

(Е4; напівчисте розточування; ф100Н12; L= 50; IT= 12; Ra= 1,6; t= 5,000мм;
 Поверхня № 3; S= 0,07 мм/об.; V= 305,05 м/хв.
 ф Стійкість= 30,00 хв; Тосн= 0,76 хв;
 Ставка= 5000 грн; Зарплата основна= 0,36 грн; Зарплата
 додаткова=0,00 грн;
 Зарплата повна= 0,36 грн;
 Ціна інструмента= 282,20 грн; Норматив на заточку= 5 хв; Кількість
 переточок= 3;

Витрати на інструмент= 2,17 грн;
Вартість верстата= 1059906,75 грн; Амортизаційні витрати= 0,45 грн;
Витрати на ремонт= 0,01 грн;
Потужність верстата= 11,20 кВт; Потужність різання= 0,51 кВт;
Витрати на електроенергію= 0,01187 грн;
Вартість пристрою= 2000,00 грн; Витрати на пристрій= 0,01 грн;
Собівартість переходу= 3,01 грн;

(E4; напівчисте розточування; $\phi 100H12$; $L= 50$; $IT= 12$; $Ra= 1,6$; $t= 5,000$ мм;
Поверхня № 4; $S= 0,06$ мм/об.; $V= 310,70$ м/хв.
 ϕ Стійкість= 30,00 хв; $T_{osn}= 0,87$ хв;
Ставка= 5000 грн; Зарплата основна= 0,42 грн; Зарплата
додаткова=0,00 грн;
Зарплата повна= 0,42 грн;
Ціна інструмента= 190,52 грн; Норматив на заточку= 5 хв; Кількість
переточок= 3;
Витрати на інструмент= 1,70 грн;
Вартість верстата= 1059906,75 грн; Амортизаційні витрати= 0,52 грн;
Витрати на ремонт= 0,01 грн;
Потужність верстата= 11,20 кВт; Потужність різання= 0,51 кВт;
Витрати на електроенергію= 0,01359 грн;
Вартість пристрою= 2000,00 грн; Витрати на пристрій= 0,01 грн;
Собівартість переходу= 2,67 грн;

(E4; напівчисте розточування; $\phi 100H12$; $L= 50$; $IT= 12$; $Ra= 1,6$; $t= 5,000$ мм;
Поверхня № 5; $S= 0,13$ мм/об.; $V= 281,80$ м/хв.
 ϕ Стійкість= 30,00 хв; $T_{osn}= 0,44$ хв;
Ставка= 5000 грн; Зарплата основна= 0,21 грн; Зарплата
додаткова=0,00 грн;
Зарплата повна= 0,21 грн;
Ціна інструмента= 213,44 грн; Норматив на заточку= 5 хв; Кількість
переточок= 3;
Витрати на інструмент= 0,97 грн;
Вартість верстата= 1059906,75 грн; Амортизаційні витрати= 0,26 грн;
Витрати на ремонт= 0,00 грн;
Потужність верстата= 11,20 кВт; Потужність різання= 0,51 кВт;
Витрати на електроенергію= 0,00692 грн;
Вартість пристрою= 2000,00 грн; Витрати на пристрій= 0,01 грн;
Собівартість переходу= 1,46 грн;

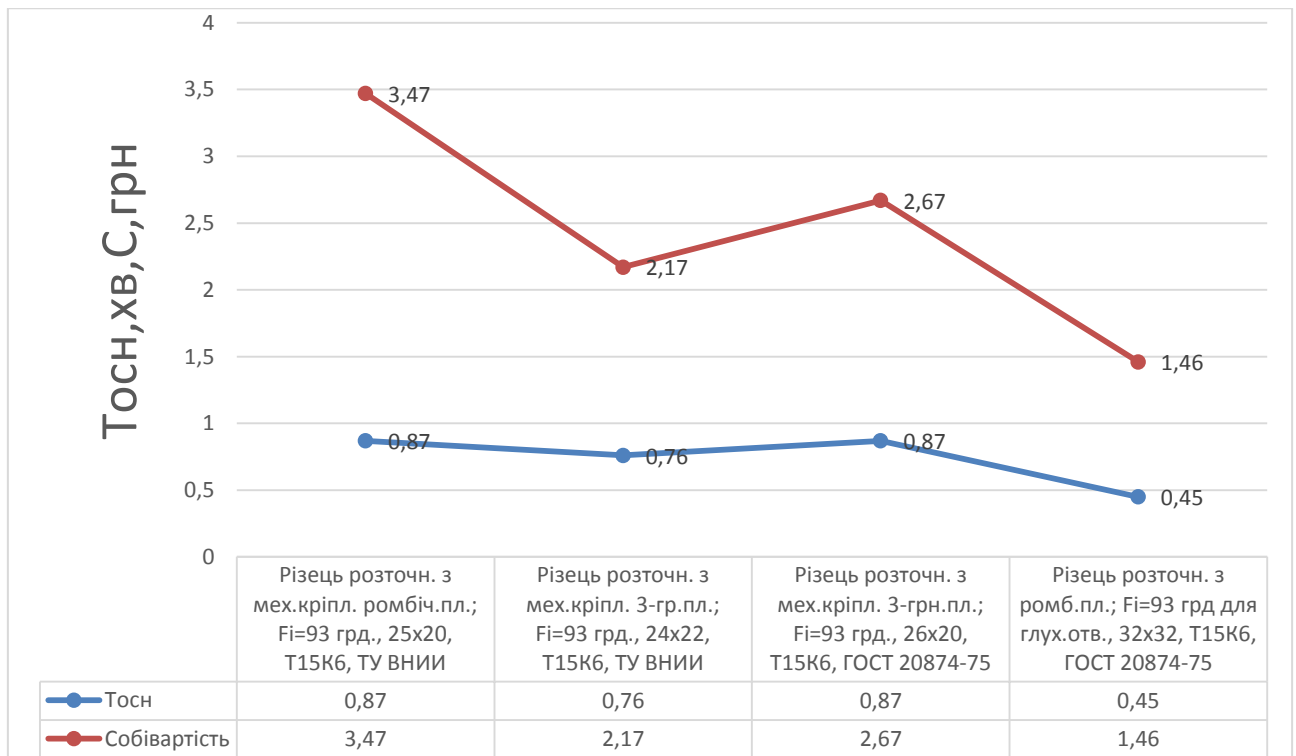


Рис.2.10 Вплив конструкція інструмент на собівартість та час.

З діаграми ми можемо зробити висновок, що мінімальна собівартість і витраті часу будуть при використанні “Різець розточний. з ромб.пл .; $F_i = 93$ грд для глух.отв., 32x32, Т15К6, ГОСТ 20874-75” А також порівняння з рекомендованим програмою “Різець розточн. з мех.кріпл. ромбіч.пл.; $F_i=93$ грд., 25x20, Т15К6, ТУ ВНИИ” собівартість зменшується з 3,47 до 1,46 тобто на 54% а трудомісткість зменшується з 0,87 до 0,45 тобто на 48,3%.

Висновок: Обираємо для наступних досліджень “Різець розточний. з ромб.пл .; $F_i = 93$ грд для глух.отв., 32x32, Т15К6, ГОСТ 20874-75” так як він показує кращі показники по собівартості і трудомісткості

2.2.2 Дослідження впливу типорозмірів різця

Для проведення досліду обрані наступні розміри інструменту

1. 32 d_r=75 D_{min}=200 L_r=32
2. 32 d_r=75 D_{min}=240 L_r=32
3. 32 d_r=75 D_{min}=320 L_r=32
4. 32 d_r=75 D_{min}=200 L_r=32
5. 32 d_r=75 D_{min}=400 L_r=32
6. 32 d_r=84 D_{min}=500 L_r=32

Було змодельовано розточування на токарному верстаті з ЧПК моделі HAAS_ST-10Y циліндричної поверхні Ø100 довжиною 50 мм з вимогами до шорсткості поверхні Ra1,6 мкм. А також обрани різець “Різець розточний. з ромб.пл. ; Fi = 93 град для глух.отв., 32x32, T15K6, ГОСТ 20874-75”

Використовуємо параметри які рекомендує Saprg_2020 а саме значення стійкості платини різця: 30хв, матеріал інструменту T15K6.

Починаємо дослідження с рекомендованого параметру розміра(32 d_r=75 D_{min}=240 L_r=32)

На рис. 2.11 подано скріншот при обраному параметру розміру інструменту (32 d_r=75 D_{min}=240 L_r=32)

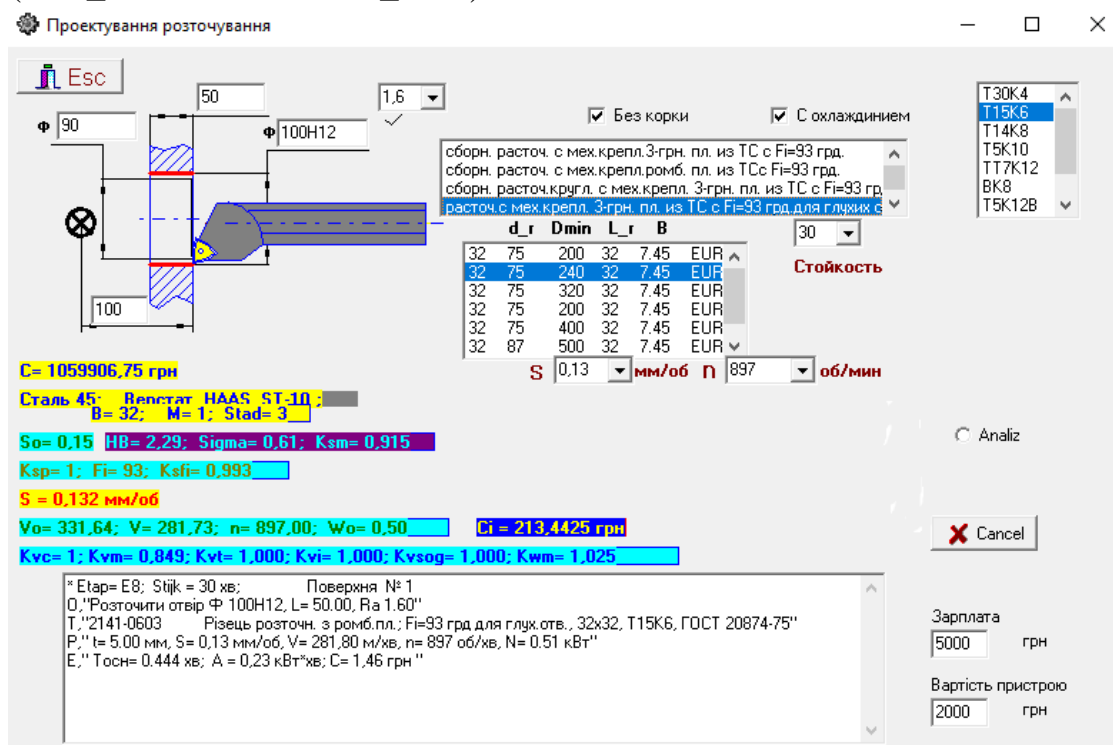


Рис. 2.11 – Скріншот при моделюванні розточування в програмному засобі «Saprg_2020»

Modul_Sobivartist; s.149; Ставка= 5000 грн; Тосн= 0,44 хв; Стійкість= 30,00 хв;
 Зарплата основна= 0,21 грн; Зарплата додаткова= 0,0000 грн; Зарплата повна= 0,21 грн;
 Ціна інструмента= 213,44 грн; Норматив на заточку= 5 хв; Кількість переточок= 3; Витрати на інструмент= 0,97 грн;
 Вартість Верстата= 1059906,75 грн; Амортизаційні витрати= 0,263 грн; Витрати на ремонт= 0,00 грн;
 Потужність верстата= 11,20 кВт; Потужність різання= 0,51 кВт;
 Тосн= 0,444хв; Витрати на електроенергію= 0,00692 грн;
 Вартість пристрою= 2000,00 грн; Витрати на пристрій= 0,009 грн;
 Собівартість переходу= 1,46 грн;

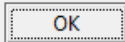


Рис. 2.12. Скріншот результатів визначення собівартості

Далі представлені лісінгі опис собівартості і операцій для всіх шести інструментів

Далі подано лістинг файла “Text.txt”:

В,"4601 Токарна з ЧПУ. ИОТ 63"
 Д,"Токарний верстат з ЧПУ HAAS_ST-10Y"
 * Eтаp= E8; Stijk = 30 хв; Поверхня № 1
 О,"Розточити отвір Ф 100Н12, L= 50.00, Ra 1.60"
 Т,"2141-0603 Різець розточн. з ромб.пл.; Fi=93 грд для глух.отв., 32х32, Т15К6, ГОСТ 20874-75"
 Р," t= 5.00 мм, S= 0,13 мм/об, V= 281,80 м/хв, n= 897 об/хв, N= 0.51 кВт"
 Е," Тосн= 0.444 хв; А = 0,23 кВт*хв; С= 1,46 грн "
 * Eтаp= E8; Stijk = 30 хв; Поверхня № 2
 О,"Розточити отвір Ф 100Н12, L= 50.00, Ra 1.60"
 Т,"2141-0601 Різець розточн. з ромб.пл.; Fi=93 грд для глух.отв., 32х32, Т15К6, ГОСТ 20874-75"
 Р," t= 5.00 мм, S= 0,13 мм/об, V= 281,80 м/хв, n= 897 об/хв, N= 0.51 кВт"
 Е," Тосн= 0.444 хв; А = 0,23 кВт*хв; С= 1,46 грн "
 * Eтаp= E8; Stijk = 30 хв; Поверхня № 3
 О,"Розточити отвір Ф 100Н12, L= 50.00, Ra 1.60"
 Т,"2141-0605 Різець розточн. з ромб.пл.; Fi=93 грд для глух.отв., 32х32, Т15К6, ГОСТ 20874-75"
 Р," t= 5.00 мм, S= 0,13 мм/об, V= 281,80 м/хв, n= 897 об/хв, N= 0.51 кВт"
 Е," Тосн= 0.444 хв; А = 0,23 кВт*хв; С= 1,46 грн "
 * Eтаp= E8; Stijk = 30 хв; Поверхня № 4
 О,"Розточити отвір Ф 100Н12, L= 50.00, Ra 1.60"
 Т,"2141-0607 Різець розточн. з ромб.пл.; Fi=93 грд для глух.отв., 32х32, Т15К6, ГОСТ 20874-75"
 Р," t= 5.00 мм, S= 0,13 мм/об, V= 281,80 м/хв, n= 897 об/хв, N= 0.51 кВт"
 Е," Тосн= 0.444 хв; А = 0,23 кВт*хв; С= 1,46 грн "
 * Eтаp= E8; Stijk = 30 хв; Поверхня № 5
 О,"Розточити отвір Ф 100Н12, L= 50.00, Ra 1.60"
 Т,"2141-0611 Різець розточн. з ромб.пл.; Fi=93 грд для глух.отв., 32х32, Т15К6, ГОСТ 20874-75"

Р," $t=5.00$ мм, $S=0,13$ мм/об, $V=281,80$ м/хв, $n=897$ об/хв, $N=0.51$ кВт"
 Е," $T_{осн}=0.444$ хв; $A=0,23$ кВт*хв; $C=1,46$ грн "
 * $E_{тар}=E8$; $St_{ijk}=30$ хв; Поверхня № 6
 О,"Розточити отвір $\Phi 100H12$, $L=50.00$, $Ra 1.60$ "
 Т,"2141-0615 Різець розточн. з ромб.пл.; $Fi=93$ грд для глух.отв., 32х32, Т15К6, ГОСТ 20874-75"
 Р," $t=5.00$ мм, $S=0,13$ мм/об, $V=281,80$ м/хв, $n=897$ об/хв, $N=0.51$ кВт"
 Е," $T_{осн}=0.444$ хв; $A=0,23$ кВт*хв; $C=1,46$ грн "

"Далі подано лістинг файла "Sobivartis.txt".

(Е4; напівчисте розточування; $\Phi 100H12$; $L=50$; $IT=12$; $Ra=5,0$; $t=5,000$ мм; Поверхня № 1; $S=0,13$ мм/об.; $V=281,80$ м/хв.

Φ Стійкість= 30,00 хв; $T_{осн}=0,44$ хв;
 Ставка= 5000 грн; Зарплата основна= 0,21 грн; Зарплата
 додаткова=0,00 грн;
 Зарплата повна= 0,21 грн;
 Ціна інструмента= 213,44 грн; Норматив на заточку= 5 хв; Кількість
 переточок= 3;

Витрати на інструмент= 0,97 грн;
 Вартість верстата= 1059906,75 грн; Амортизаційні витрати= 0,26 грн;
 Витрати на ремонт= 0,00 грн;
 Потужність верстата= 11,20 кВт; Потужність різання= 0,51 кВт;
 Витрати на електроенергію= 0,00692 грн;
 Вартість пристрою= 2000,00 грн; Витрати на пристрій= 0,01 грн;
 Собівартість переходу= 1,46 грн;

(Е4; напівчисте розточування; $\Phi 100H12$; $L=50$; $IT=12$; $Ra=5,0$; $t=5,000$ мм; Поверхня № 2; $S=0,13$ мм/об.; $V=281,80$ м/хв.

Φ Стійкість= 30,00 хв; $T_{осн}=0,44$ хв;
 Ставка= 5000 грн; Зарплата основна= 0,21 грн; Зарплата
 додаткова=0,00 грн;
 Зарплата повна= 0,21 грн;
 Ціна інструмента= 213,44 грн; Норматив на заточку= 5 хв; Кількість
 переточок= 3; Витрати на інструмент= 0,97 грн;

Вартість верстата= 1059906,75 грн; Амортизаційні витрати= 0,26 грн;
 Витрати на ремонт= 0,00 грн;
 Потужність верстата= 11,20 кВт; Потужність різання= 0,51 кВт;
 Витрати на електроенергію= 0,00692 грн;
 Вартість пристрою= 2000,00 грн; Витрати на пристрій= 0,01 грн;
 Собівартість переходу= 1,46 грн;

(Е4; напівчисте розточування; $\Phi 100H12$; $L=50$; $IT=12$; $Ra=5,0$; $t=5,000$ мм; Поверхня № 3; $S=0,13$ мм/об.; $V=281,80$ м/хв.

ф Стійкість= 30,00 хв; Tosn= 0,44 хв;
Ставка= 5000 грн; Зарплата основна= 0,21 грн; Зарплата
додаткова=0,00 грн;
Зарплата повна= 0,21 грн;
Ціна інструмента= 213,44 грн; Норматив на заточку= 5 хв; Кількість
переточок= 3; Витрати на інструмент= 0,97 грн;
Вартість верстата= 1059906,75 грн; Амортизаційні витрати= 0,26 грн;
Витрати на ремонт= 0,00 грн;
Потужність верстата= 11,20 кВт; Потужність різання= 0,51 кВт;
Витрати на електроенергію= 0,00692 грн;
Вартість пристрою= 2000,00 грн; Витрати на пристрій= 0,01 грн;
Собівартість переходу= 1,46 грн;
(Е4; напівчисте розточування; ф100Н12; L= 50; IT= 12; Ra= 5,0; t= 5,000мм;
Поверхня № 4; S= 0,13 мм/об.; V= 281,80 м/хв.

ф Стійкість= 30,00 хв; Tosn= 0,44 хв;
Ставка= 5000 грн; Зарплата основна= 0,21 грн; Зарплата
додаткова=0,00 грн;
Зарплата повна= 0,21 грн;
Ціна інструмента= 213,44 грн; Норматив на заточку= 5 хв; Кількість
переточок= 3;
Витрати на інструмент= 0,97 грн;
Вартість верстата= 1059906,75 грн; Амортизаційні витрати= 0,26 грн;
Витрати на ремонт= 0,00 грн;
Потужність верстата= 11,20 кВт; Потужність різання= 0,51 кВт;
Витрати на електроенергію= 0,00692 грн;
Вартість пристрою= 2000,00 грн; Витрати на пристрій= 0,01 грн;
Собівартість переходу= 1,46 грн;
(Е4; напівчисте розточування; ф100Н12; L= 50; IT= 12; Ra= 5,0; t= 5,000мм;
Поверхня № 5; S= 0,13 мм/об.; V= 281,80 м/хв.

ф Стійкість= 30,00 хв; Tosn= 0,44 хв;
Ставка= 5000 грн; Зарплата основна= 0,21 грн; Зарплата
додаткова=0,00 грн;
Зарплата повна= 0,21 грн;
Ціна інструмента= 213,44 грн; Норматив на заточку= 5 хв; Кількість
переточок= 3;
Витрати на інструмент= 0,97 грн;
Вартість верстата= 1059906,75 грн; Амортизаційні витрати= 0,26 грн;
Витрати на ремонт= 0,00 грн;
Потужність верстата= 11,20 кВт; Потужність різання= 0,51 кВт;
Витрати на електроенергію= 0,00692 грн;
Вартість пристрою= 2000,00 грн; Витрати на пристрій= 0,01 грн;
Собівартість переходу= 1,46 грн;
(Е4; напівчисте розточування; ф100Н12; L= 50; IT= 12; Ra= 5,0; t= 5,000мм;
Поверхня № 6; S= 0,13 мм/об.; V= 281,80 м/хв.

ϕ Стійкість= 30,00 хв; T_{osn} = 0,44 хв;
 Ставка= 5000 грн; Зарплата основна= 0,21 грн; Зарплата
 додаткова=0,00 грн;
 Зарплата повна= 0,21 грн;
 Ціна інструмента= 213,44 грн; Норматив на заточку= 5 хв; Кількість
 переточок= 3; Витрати на інструмент= 0,97 грн;
 Вартість верстата= 1059906,75 грн; Амортизаційні витрати= 0,26 грн;
 Витрати на ремонт= 0,00 грн;
 Потужність верстата= 11,20 кВт; Потужність різання= 0,51 кВт;
 Витрати на електроенергію= 0,00692 грн;
 Вартість пристрою= 2000,00 грн; Витрати на пристрій= 0,01 грн;
 Собівартість переходу= 1,46 грн;
 Висновок: як ми бачимо з лісінінга дані параметри не впливають на
 собівартість і трудомісткість. Обираємо рекомендований програмою розмір
 а саме (32 d_r=75 D_{min}=240 L_r=32

2.2.3 Дослідження зміни матеріалу різця

Для проведення досліду використовуємо інструментальні матеріали

1. TK15K6
2. TK30K4
3. TK14K8
4. T5K10
5. TT7K12
6. BK8
7. T5K12B
8. P18
9. P6M5

Було змодельовано розточування на токарному верстаті з ЧПК моделі HAAS_ST-10Y циліндричної поверхні $\varnothing 100$ довжиною 50 мм з вимогами до шорсткості поверхні Ra1,6 мкм. А також обрани різець “Різець розточний. з ромб.пл. .; Fi = 93 град для глух.отв., 32x32, і типорозмір інструмента (32 d_r=75 Dmin=240 L_r=32)

Використовуємо параметри які рекомендує Sapr_2020 а саме значення стійкості платини різця: 30хв

Починаємо дослідження с рекомендованого параметру матеріалу (TK15K6)

На рис. 2.13 подано скріншот при обраному матеріалі інструменту (TK15K6)

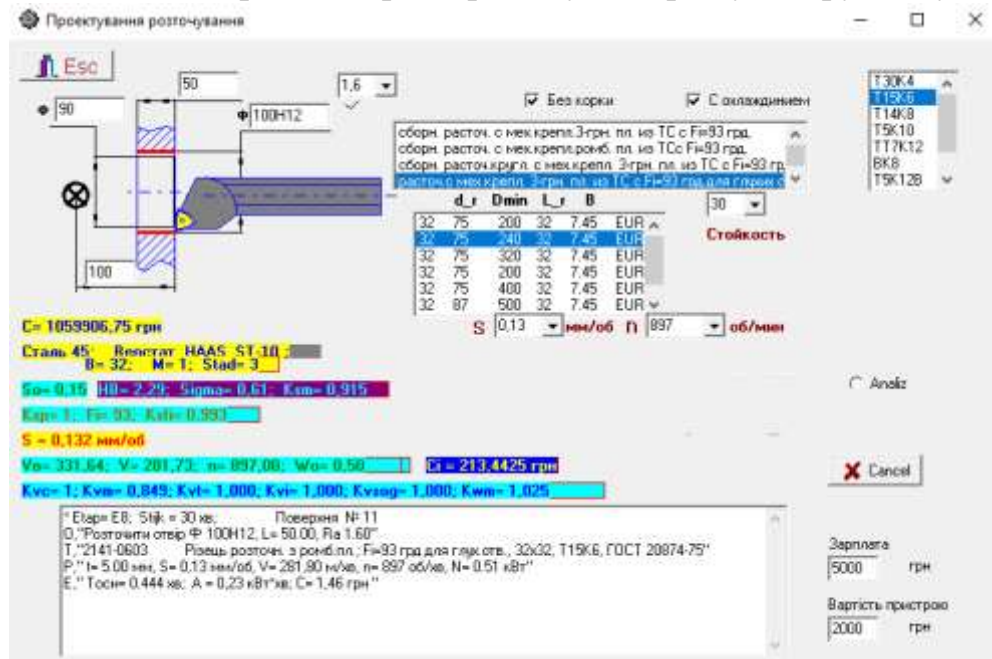


Рис. 2.13 – Скріншот при моделюванні розточування в програмному засобі «Sapr_2020»

Modul_Sobivartist; s.149; Ставка= 5000 грн; Тосн= 0,44 хв; Стійкість= 30,00 хв;
 Зарплата основна= 0,21 грн; Зарплата додаткова= 0,0000 грн; Зарплата повна= 0,21 грн;
 Ціна інструмента= 213,44 грн; Норматив на заточку= 5 хв; Кількість переточок= 3; Витрати на інструмент= 0,97 грн;
 Вартість Верстата= 1059906,75 грн; Амортизаційні витрати= 0,263 грн; Витрати на ремонт= 0,00 грн;
 Потужність верстата= 11,20 кВт; Потужність різання= 0,51 кВт;
 Тосн= 0,444хв; Витрати на електроенергію= 0,00692 грн;
 Вартість пристрою= 2000,00 грн; Витрати на пристрій= 0,009 грн;
 Собівартість переходу= 1,46 грн;

OK

Рис. 2.14. Скріншот результатів визначення собівартості

Далі представлені лісінгі опис собівартості і операцій для всіх восьми матеріалу інструменту

Далі подано лістинг файла "Text.txt":

* Etap= E8; Stijk = 30 хв; Поверхня № 1
 О,"Розточити отвір Ф 100Н12, L= 50.00, Ra 1.60"
 Т,"2141-0603 Різець розточн. з ромб.пл.; Fi=93 грд для глух.отв.,
 32х32, Т15К6, ГОСТ 20874-75"
 Р," t= 5.00 мм, S= 0,13 мм/об, V= 281,80 м/хв, n= 897 об/хв, N= 0.51
 кВт"
 Е," Тосн= 0.444 хв; А = 0,23 кВт*хв; С= 1,46 грн "
 * Etap= E8; Stijk = 30 хв; Поверхня № 2
 О,"Розточити отвір Ф 100Н12, L= 50.00, Ra 1.60"
 Т,"2141-0603 Різець розточн. з ромб.пл.; Fi=93 грд для глух.отв.,
 32х32, Т30К4, ГОСТ 20874-75"
 Р," t= 5.00 мм, S= 0,13 мм/об, V= 394,58 м/хв, n= 1256 об/хв, N= 0.51
 кВт"
 Е," Тосн= 0.317 хв; А = 0,16 кВт*хв; С= 1,05 грн "
 * Etap= E8; Stijk = 30 хв; Поверхня № 3
 О,"Розточити отвір Ф 100Н12, L= 50.00, Ra 1.60"
 Т,"2141-0603 Різець розточн. з ромб.пл.; Fi=93 грд для глух.отв.,
 32х32, Т14К8, ГОСТ 20874-75"
 Р," t= 5.00 мм, S= 0,13 мм/об, V= 225,25 м/хв, n= 717 об/хв, N= 0.51
 кВт"
 Е," Тосн= 0.555 хв; А = 0,28 кВт*хв; С= 1,82 грн "
 * Etap= E8; Stijk = 30 хв; Поверхня № 4
 О,"Розточити отвір Ф 100Н12, L= 50.00, Ra 1.60"
 Т,"2141-0603 Різець розточн. з ромб.пл.; Fi=93 грд для глух.отв.,
 32х32, Т5К10, ГОСТ 20874-75"
 Р," t= 5.00 мм, S= 0,13 мм/об, V= 183,15 м/хв, n= 583 об/хв, N= 0.51
 кВт"
 Е," Тосн= 0.683 хв; А = 0,35 кВт*хв; С= 2,24 грн "

* Etap= E8; Stijk = 30 хв; Поверхня № 5
 О,"Розточити отвір Ф 100Н12, L= 50.00, Ra 1.60"
 Т,"2141-0603 Різець розточн. з ромб.пл.; Fi=93 грд для глух.отв.,
 32х32, ТТ7К12, ГОСТ 20874-75"
 Р," t= 5.00 мм, S= 0,13 мм/об, V= 112,78 м/хв, n= 359 об/хв, N= 0.51
 кВт"
 Е," Тосн= 1.109 хв; А = 0,57 кВт*хв; С= 3,64 грн "
 * Etap= E8; Stijk = 30 хв; Поверхня № 6
 О,"Розточити отвір Ф 100Н12, L= 50.00, Ra 1.60"
 Т,"2141-0603 Різець розточн. з ромб.пл.; Fi=93 грд для глух.отв.,
 32х32, ВК8, ГОСТ 20874-75"
 Р," t= 5.00 мм, S= 0,13 мм/об, V= 112,78 м/хв, n= 359 об/хв, N= 0.51
 кВт"
 Е," Тосн= 1.109 хв; А = 0,57 кВт*хв; С= 3,64 грн "
 * Etap= E8; Stijk = 30 хв; Поверхня № 7
 О,"Розточити отвір Ф 100Н12, L= 50.00, Ra 1.60"
 Т,"2141-0603 Різець розточн. з ромб.пл.; Fi=93 грд для глух.отв.,
 32х32, Т5К12В, ГОСТ 20874-75"
 Р," t= 5.00 мм, S= 0,13 мм/об, V= 98,65 м/хв, n= 314 об/хв, N= 0.51 кВт"
 Е," Тосн= 1.267 хв; А = 0,65 кВт*хв; С= 4,15 грн "
 * Etap= E8; Stijk = 30 хв; Поверхня № 8
 О,"Розточити отвір Ф 100Н12, L= 50.00, Ra 1.60"
 Т,"2141-0603 Різець розточн. з ромб.пл.; Fi=93 грд для глух.отв.,
 32х32, Р18, ГОСТ 20874-75"
 Р," t= 5.00 мм, S= 0,13 мм/об, V= 98,65 м/хв, n= 314 об/хв, N= 0.51 кВт"
 Е," Тосн= 1.267 хв; А = 0,65 кВт*хв; С= 4,15 грн "
 * Etap= E8; Stijk = 30 хв; Поверхня № 9
 О,"Розточити отвір Ф 100Н12, L= 50.00, Ra 1.60"
 Т,"2141-0603 Різець розточн. з ромб.пл.; Fi=93 грд для глух.отв.,
 32х32, Р6М5, ГОСТ 20874-75"
 Р," t= 5.00 мм, S= 0,13 мм/об, V= 84,51 м/хв, n= 269 об/хв, N= 0.51 кВт"
 Е," Тосн= 1.479 хв; А = 0,76 кВт*хв; С= 4,85 грн "

"Далі подано лістинг файла "Sobivartis.txt".

(E4; напівчисте розточування; ф100Н12; L= 50; IT= 12; Ra= 1,6; t= 5,000мм;
 Поверхня № 2; S= 0,13 мм/об.; V= 281,80 м/хв.
 ф Стійкість= 30,00 хв; Тосн= 0,44 хв;
 Ставка= 5000 грн; Зарплата основна= 0,21 грн; Зарплата
 додаткова=0,00 грн;
 Зарплата повна= 0,21 грн;

Ціна інструмента= 213,44 грн; Норматив на заточку= 5 хв; Кількість переточок= 3;

Витрати на інструмент= 0,97 грн;
Вартість верстата= 1059906,75 грн; Амортизаційні витрати= 0,26 грн;
Витрати на ремонт= 0,00 грн;
Потужність верстата= 11,20 кВт; Потужність різання= 0,51 кВт;
Витрати на електроенергію= 0,00692 грн;
Вартість пристрою= 2000,00 грн; Витрати на пристрій= 0,01 грн;
Собівартість переходу= 1,46 грн;

(E4; напівчисте розточування; $\phi 100H12$; L= 50; IT= 12; Ra= 1,6; t= 5,000мм;
Поверхня № 3; S= 0,13 мм/об.; V= 394,58 м/хв.

ϕ Стійкість= 30,00 хв; Tosn= 0,32 хв;
Ставка= 5000 грн; Зарплата основна= 0,15 грн; Зарплата
додаткова=0,00 грн;
Зарплата повна= 0,15 грн;
Ціна інструмента= 213,44 грн; Норматив на заточку= 5 хв; Кількість
переточок= 3;
Витрати на інструмент= 0,69 грн;
Вартість верстата= 1059906,75 грн; Амортизаційні витрати= 0,19 грн;
Витрати на ремонт= 0,00 грн;
Потужність верстата= 11,20 кВт; Потужність різання= 0,51 кВт;
Витрати на електроенергію= 0,00494 грн;
Вартість пристрою= 2000,00 грн; Витрати на пристрій= 0,01 грн;
Собівартість переходу= 1,05 грн;

(E4; напівчисте розточування; $\phi 100H12$; L= 50; IT= 12; Ra= 1,6; t= 5,000мм;
Поверхня № 4; S= 0,13 мм/об.; V= 225,25 м/хв.

ϕ Стійкість= 30,00 хв; Tosn= 0,56 хв;
Ставка= 5000 грн; Зарплата основна= 0,27 грн; Зарплата
додаткова=0,00 грн;
Зарплата повна= 0,27 грн;
Ціна інструмента= 213,44 грн; Норматив на заточку= 5 хв; Кількість
переточок= 3;
Витрати на інструмент= 1,21 грн;
Вартість верстата= 1059906,75 грн; Амортизаційні витрати= 0,33 грн;
Витрати на ремонт= 0,00 грн;
Потужність верстата= 11,20 кВт; Потужність різання= 0,51 кВт;
Витрати на електроенергію= 0,00865 грн;
Вартість пристрою= 2000,00 грн; Витрати на пристрій= 0,01 грн;
Собівартість переходу= 1,82 грн;

(E4; напівчисте розточування; $\phi 100H12$; $L= 50$; $IT= 12$; $Ra= 1,6$; $t= 5,000\text{мм}$;
Поверхня № 5; $S= 0,13 \text{ мм/об.}$; $V= 183,15 \text{ м/хв.}$

ϕ Стійкість= 30,00 хв; $T_{osn}= 0,68 \text{ хв}$;
Ставка= 5000 грн; Зарплата основна= 0,33 грн; Зарплата
додаткова=0,00 грн;
Зарплата повна= 0,33 грн;
Ціна інструмента= 213,44 грн; Норматив на заточку= 5 хв; Кількість
переточок= 3;
Витрати на інструмент= 1,49 грн;
Вартість верстата= 1059906,75 грн; Амортизаційні витрати= 0,41 грн;
Витрати на ремонт= 0,01 грн;
Потужність верстата= 11,20 кВт; Потужність різання= 0,51 кВт;
Витрати на електроенергію= 0,01064 грн;
Вартість пристрою= 2000,00 грн; Витрати на пристрій= 0,01 грн;
Собівартість переходу= 2,24 грн;

(E4; напівчисте розточування; $\phi 100H12$; $L= 50$; $IT= 12$; $Ra= 1,6$; $t= 5,000\text{мм}$;
Поверхня № 6; $S= 0,13 \text{ мм/об.}$; $V= 112,78 \text{ м/хв.}$

ϕ Стійкість= 30,00 хв; $T_{osn}= 1,11 \text{ хв}$;
Ставка= 5000 грн; Зарплата основна= 0,53 грн; Зарплата
додаткова=0,00 грн;
Зарплата повна= 0,53 грн;
Ціна інструмента= 213,44 грн; Норматив на заточку= 5 хв; Кількість
переточок= 3;
Витрати на інструмент= 2,41 грн;
Вартість верстата= 1059906,75 грн; Амортизаційні витрати= 0,66 грн;
Витрати на ремонт= 0,01 грн;
Потужність верстата= 11,20 кВт; Потужність різання= 0,51 кВт;
Витрати на електроенергію= 0,01728 грн;
Вартість пристрою= 2000,00 грн; Витрати на пристрій= 0,01 грн;
Собівартість переходу= 3,64 грн;

(E4; напівчисте розточування; $\phi 100H12$; $L= 50$; $IT= 12$; $Ra= 1,6$; $t= 5,000\text{мм}$;
Поверхня № 7; $S= 0,13 \text{ мм/об.}$; $V= 112,78 \text{ м/хв.}$

ϕ Стійкість= 30,00 хв; $T_{osn}= 1,11 \text{ хв}$;
Ставка= 5000 грн; Зарплата основна= 0,53 грн; Зарплата
додаткова=0,00 грн;
Зарплата повна= 0,53 грн;
Ціна інструмента= 213,44 грн; Норматив на заточку= 5 хв; Кількість
переточок= 3;

Витрати на інструмент= 2,41 грн;
Вартість верстата= 1059906,75 грн; Амортизаційні витрати= 0,66 грн;
Витрати на ремонт= 0,01 грн;
Потужність верстата= 11,20 кВт; Потужність різання= 0,51 кВт;
Витрати на електроенергію= 0,01728 грн;
Вартість пристрою= 2000,00 грн; Витрати на пристрій= 0,01 грн;
Собівартість переходу= 3,64 грн;

(E4; напівчисте розточування; $\phi 100H12$; $L= 50$; $IT= 12$; $Ra= 1,6$; $t= 5,000$ мм;
Поверхня № 8; $S= 0,13$ мм/об.; $V= 98,65$ м/хв.

ϕ Стійкість= 30,00 хв; $T_{osn}= 1,27$ хв;
Ставка= 5000 грн; Зарплата основна= 0,61 грн; Зарплата
додаткова=0,00 грн;
Зарплата повна= 0,61 грн;
Ціна інструмента= 213,44 грн; Норматив на заточку= 5 хв; Кількість
переточок= 3;
Витрати на інструмент= 2,76 грн;
Вартість верстата= 1059906,75 грн; Амортизаційні витрати= 0,75 грн;
Витрати на ремонт= 0,01 грн;
Потужність верстата= 11,20 кВт; Потужність різання= 0,51 кВт;
Витрати на електроенергію= 0,01976 грн;
Вартість пристрою= 2000,00 грн; Витрати на пристрій= 0,01 грн;
Собівартість переходу= 4,15 грн;

(E4; напівчисте розточування; $\phi 100H12$; $L= 50$; $IT= 12$; $Ra= 1,6$; $t= 5,000$ мм;
Поверхня № 9; $S= 0,13$ мм/об.; $V= 98,65$ м/хв.

ϕ Стійкість= 30,00 хв; $T_{osn}= 1,27$ хв;
Ставка= 5000 грн; Зарплата основна= 0,61 грн; Зарплата
додаткова=0,00 грн;
Зарплата повна= 0,61 грн;
Ціна інструмента= 213,44 грн; Норматив на заточку= 5 хв; Кількість
переточок= 3;
Витрати на інструмент= 2,76 грн;
Вартість верстата= 1059906,75 грн; Амортизаційні витрати= 0,75 грн;
Витрати на ремонт= 0,01 грн;
Потужність верстата= 11,20 кВт; Потужність різання= 0,51 кВт;
Витрати на електроенергію= 0,01976 грн;
Вартість пристрою= 2000,00 грн; Витрати на пристрій= 0,01 грн;
Собівартість переходу= 4,15 грн;

(E4; напівчисте розточування; $\phi 100H12$; $L= 50$; $IT= 12$; $Ra= 1,6$; $t= 5,000$ мм;
Поверхня № 10; $S= 0,13$ мм/об.; $V= 84,51$ м/хв.

ϕ Стійкість= 30,00 хв; $T_{осн}$ = 1,48 хв;
 Ставка= 5000 грн; Зарплата основна= 0,71 грн; Зарплата
 додаткова=0,00 грн;
 Зарплата повна= 0,71 грн;
 Ціна інструмента= 213,44 грн; Норматив на заточку= 5 хв; Кількість
 переточок= 3;
 Витрати на інструмент= 3,22 грн;
 Вартість верстата= 1059906,75 грн; Амортизаційні витрати= 0,88 грн;
 Витрати на ремонт= 0,01 грн;
 Потужність верстата= 11,20 кВт; Потужність різання= 0,51 кВт;
 Витрати на електроенергію= 0,02306 грн;
 Вартість пристрою= 2000,00 грн; Витрати на пристрій= 0,01 грн;
 Собівартість переходу= 4,85 грн;

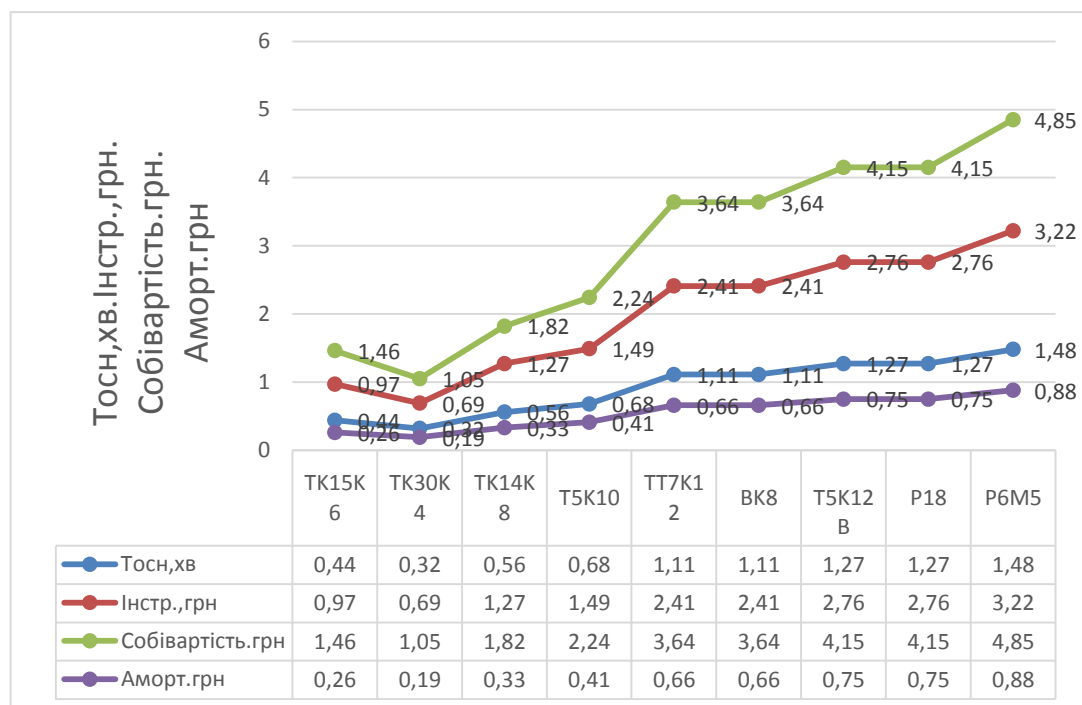


Рис. 2.15. Залежність $T_{осн}$ і собівартості, амортизації, ціни інструменту від матеріалу ріжучої частини

З діаграми видно що оптимальний матеріал різального інструменту Т30К4

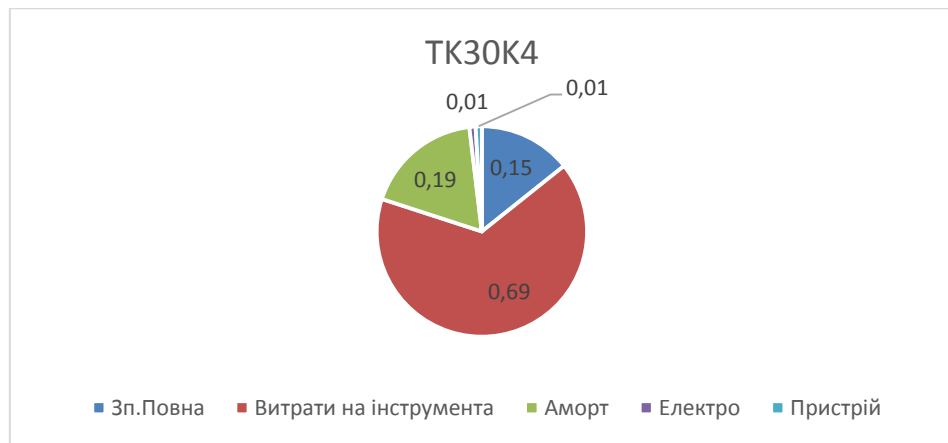


Рис. 2.16. Діаграма структури собівартості (TK30K4)

На діаграмі структури собівартості рис. 1.15. бачимо що на загальному обсягу собівартості найбільш впливає витрати на інструмент.

Висновок: У порівнянні з рекомендованим матеріалом інструменту TK15K6, матеріал інструменту TK30K4 має таку перевагу: трудомісткість зменшується на 28%, витрати на інструмент зменшуються на 27,2%, витрати на амортизацію, зменшуються на 27% в порівняння з TK15K6.

2.2.4. Дослідження зміни стійкості різця

Було змодельовано розточування на токарному верстаті з ЧПК моделі HAAS_ST-10Y циліндричної поверхні $\varnothing 100$ довжиною 50 мм з вимогами до шорсткості поверхні $Ra_{2,5}$ мкм. Матеріал деталі – Сталь 45. Глибина різання становила 5 мм. Використовувався “Різець розточний. з ромб.пл. ; $Fi = 93$ град для глух.отв., 32x32, і типорозмір інструмента (32 d_r=75 D_{min}=240 L_r=32) ТК30К4

Було виконано 10 варіантів виконання переходу при значеннях стійкості платини різця: 5, 10, 15, 30, 45, 60, 90, 120, 180 240 хв..

На рис. 2.17 подано скріншот при обраному матеріалі інструменту (ТК30К4,Стійкості (5хв))

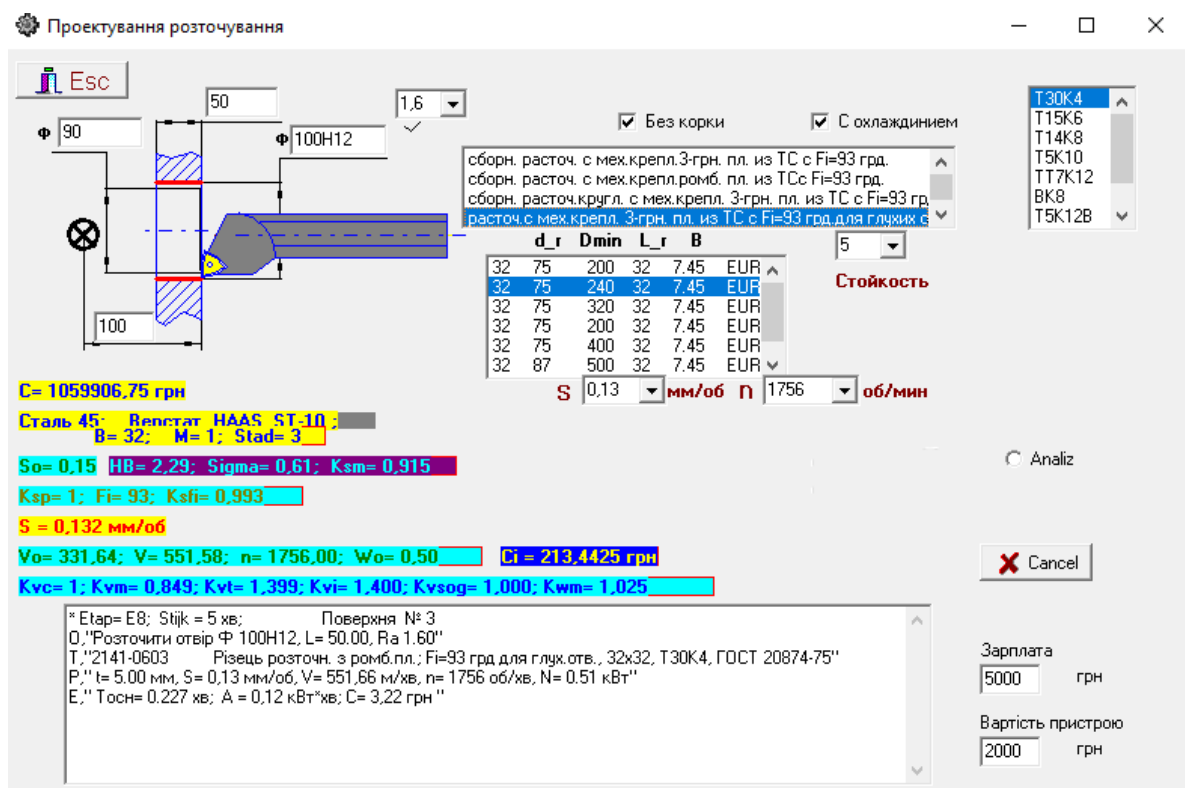


Рис. 2.17 – Скріншот при моделюванні розточування в програмному засобі «Sap_r_2020»

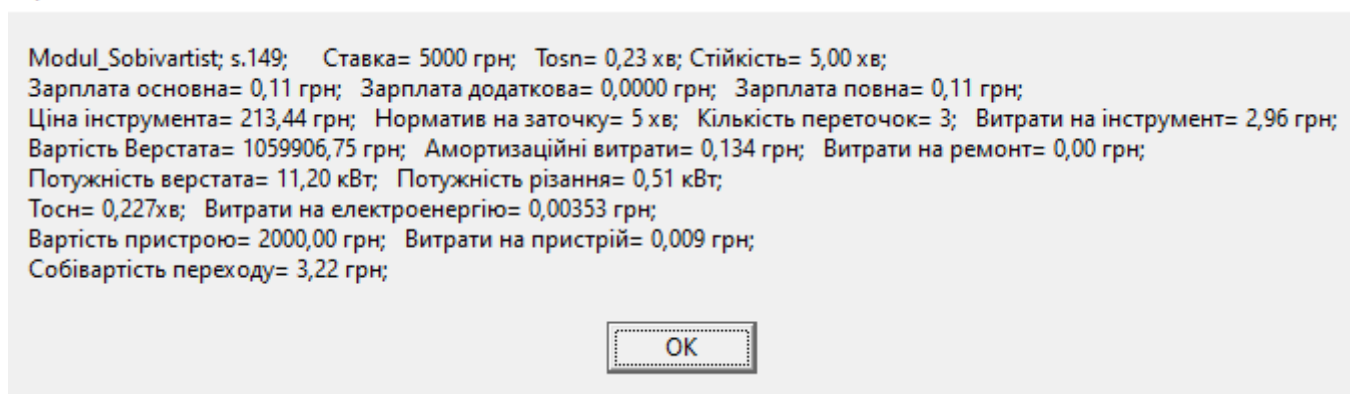


Рис. 2.18. Скріншот результатів визначення собівартості

Далі представлені лісінгі опис собівартості і операцій для всіх восьми матеріалу інструменту

Далі подано лістинг файла "Text.txt":

* Etap= E8; Stijk = 5 хв; Поверхня № 3
О,"Розточити отвір Ф 100Н12, L= 50.00, Ra 1.60"
Т,"2141-0603 Різець розточн. з ромб.пл.; Fi=93 грд для глух.отв.,
32х32, Т30К4, ГОСТ 20874-75"
Р," t= 5.00 мм, S= 0,13 мм/об, V= 551,66 м/хв, n= 1756 об/хв, N= 0.51
кВт"
Е," Тосн= 0.227 хв; А = 0,12 кВт*хв; С= 3,22 грн "
* Etap= E8; Stijk = 10 хв; Поверхня № 4
О,"Розточити отвір Ф 100Н12, L= 50.00, Ra 1.60"
Т,"2141-0603 Різець розточн. з ромб.пл.; Fi=93 грд для глух.отв.,
32х32, Т30К4, ГОСТ 20874-75"
Р," t= 5.00 мм, S= 0,13 мм/об, V= 515,54 м/хв, n= 1641 об/хв, N= 0.51
кВт"
Е," Тосн= 0.243 хв; А = 0,12 кВт*хв; С= 1,86 грн "
* Etap= E8; Stijk = 15 хв; Поверхня № 5
О,"Розточити отвір Ф 100Н12, L= 50.00, Ra 1.60"
Т,"2141-0603 Різець розточн. з ромб.пл.; Fi=93 грд для глух.отв.,
32х32, Т30К4, ГОСТ 20874-75"
Р," t= 5.00 мм, S= 0,13 мм/об, V= 481,92 м/хв, n= 1534 об/хв, N= 0.51
кВт"
Е," Тосн= 0.259 хв; А = 0,13 кВт*хв; С= 1,42 грн "
* Etap= E8; Stijk = 30 хв; Поверхня № 6
О,"Розточити отвір Ф 100Н12, L= 50.00, Ra 1.60"
Т,"2141-0603 Різець розточн. з ромб.пл.; Fi=93 грд для глух.отв.,
32х32, Т30К4, ГОСТ 20874-75"
Р," t= 5.00 мм, S= 0,13 мм/об, V= 394,58 м/хв, n= 1256 об/хв, N= 0.51
кВт"
Е," Тосн= 0.317 хв; А = 0,16 кВт*хв; С= 1,05 грн "
* Etap= E8; Stijk = 45 хв; Поверхня № 7
О,"Розточити отвір Ф 100Н12, L= 50.00, Ra 1.60"
Т,"2141-0603 Різець розточн. з ромб.пл.; Fi=93 грд для глух.отв.,
32х32, Т30К4, ГОСТ 20874-75"
Р," t= 5.00 мм, S= 0,13 мм/об, V= 327,35 м/хв, n= 1042 об/хв, N= 0.51
кВт"
Е," Тосн= 0.382 хв; А = 0,20 кВт*хв; С= 0,98 грн "
* Etap= E8; Stijk = 60 хв; Поверхня № 8
О,"Розточити отвір Ф 100Н12, L= 50.00, Ra 1.60"

Т,"2141-0603 Різець розточн. з ромб.пл.; $F_i=93$ грд для глух.отв.,
32x32, Т30К4, ГОСТ 20874-75"

Р," $t=5.00$ мм, $S=0,13$ мм/об, $V=280,54$ м/хв, $n=893$ об/хв, $N=0.51$
кВт"

Е," $T_{осн}=0.446$ хв; $A=0,23$ кВт*хв; $C=0,98$ грн "

* $E_{тап}=E8$; $St_{ijk}=90$ хв; Поверхня № 9

О,"Розточити отвір $\Phi 100H12$, $L=50.00$, $Ra 1.60$ "

Т,"2141-0603 Різець розточн. з ромб.пл.; $F_i=93$ грд для глух.отв.,
32x32, Т30К4, ГОСТ 20874-75"

Р," $t=5.00$ мм, $S=0,13$ мм/об, $V=247,87$ м/хв, $n=789$ об/хв, $N=0.51$
кВт"

Е," $T_{осн}=0.504$ хв; $A=0,26$ кВт*хв; $C=0,93$ грн "

* $E_{тап}=E8$; $St_{ijk}=120$ хв; Поверхня № 10

О,"Розточити отвір $\Phi 100H12$, $L=50.00$, $Ra 1.60$ "

Т,"2141-0603 Різець розточн. з ромб.пл.; $F_i=93$ грд для глух.отв.,
32x32, Т30К4, ГОСТ 20874-75"

Р," $t=5.00$ мм, $S=0,13$ мм/об, $V=296,57$ м/хв, $n=944$ об/хв, $N=0.51$
кВт"

Е," $T_{осн}=0.422$ хв; $A=0,22$ кВт*хв; $C=0,70$ грн "

* $E_{тап}=E8$; $St_{ijk}=180$ хв; Поверхня № 11

О,"Розточити отвір $\Phi 100H12$, $L=50.00$, $Ra 1.60$ "

Т,"2141-0603 Різець розточн. з ромб.пл.; $F_i=93$ грд для глух.отв.,
32x32, Т30К4, ГОСТ 20874-75"

Р," $t=5.00$ мм, $S=0,13$ мм/об, $V=637,74$ м/хв, $n=2030$ об/хв, $N=0.51$
кВт"

Е," $T_{осн}=0.196$ хв; $A=0,10$ кВт*хв; $C=0,29$ грн "

* $E_{тап}=E8$; $St_{ijk}=240$ хв; Поверхня № 12

О,"Розточити отвір $\Phi 100H12$, $L=50.00$, $Ra 1.60$ "

Т,"2141-0603 Різець розточн. з ромб.пл.; $F_i=93$ грд для глух.отв.,
32x32, Т30К4, ГОСТ 20874-75"

Р," $t=5.00$ мм, $S=0,13$ мм/об, $V=1304,70$ м/хв, $n=4153$ об/хв, $N=0.51$
кВт"

Е," $T_{осн}=0.096$ хв; $A=0,05$ кВт*хв; $C=0,14$ грн "

"Далі подано лістинг файла "Sobivartis.txt".

(Е4; напівчисте розточування; $\phi 100H12$; $L=50$; $IT=12$; $Ra=1,6$; $t=5,000$ мм;
Поверхня № 3; $S=0,13$ мм/об.; $V=551,66$ м/хв.

ϕ Стійкість= 5,00 хв; $T_{осн}=0,23$ хв;

Ставка= 5000 грн; Зарплата основна= 0,11 грн; Зарплата
додаткова=0,00 грн;

Зарплата повна= 0,11 грн;

Ціна інструмента= 213,44 грн; Норматив на заточку= 5 хв; Кількість переточок= 3;

Витрати на інструмент= 2,96 грн;

Вартість верстата= 1059906,75 грн; Амортизаційні витрати= 0,13 грн;

Витрати на ремонт= 0,00 грн;

Потужність верстата= 11,20 кВт; Потужність різання= 0,51 кВт;

Витрати на електроенергію= 0,00353 грн;

Вартість пристрою= 2000,00 грн; Витрати на пристрій= 0,01 грн;

Собівартість переходу= 3,22 грн;

(E4; напівчисте розточування; ф100Н12; L= 50; IT= 12; Ra= 1,6; t= 5,000мм; Поверхня № 4; S= 0,13 мм/об.; V= 515,54 м/хв.

ф Стійкість= 10,00 хв; Tosn= 0,24 хв;

Ставка= 5000 грн; Зарплата основна= 0,12 грн; Зарплата додаткова=0,00 грн;

Зарплата повна= 0,12 грн;

Ціна інструмента= 213,44 грн; Норматив на заточку= 5 хв; Кількість переточок= 3;

Витрати на інструмент= 1,58 грн;

Вартість верстата= 1059906,75 грн; Амортизаційні витрати= 0,14 грн;

Витрати на ремонт= 0,00 грн;

Потужність верстата= 11,20 кВт; Потужність різання= 0,51 кВт;

Витрати на електроенергію= 0,00378 грн;

Вартість пристрою= 2000,00 грн; Витрати на пристрій= 0,01 грн;

Собівартість переходу= 1,86 грн;

(E4; напівчисте розточування; ф100Н12; L= 50; IT= 12; Ra= 1,6; t= 5,000мм; Поверхня № 5; S= 0,13 мм/об.; V= 481,92 м/хв.

ф Стійкість= 15,00 хв; Tosn= 0,26 хв;

Ставка= 5000 грн; Зарплата основна= 0,12 грн; Зарплата додаткова=0,00 грн;

Зарплата повна= 0,12 грн;

Ціна інструмента= 213,44 грн; Норматив на заточку= 5 хв; Кількість переточок= 3;

Витрати на інструмент= 1,13 грн;

Вартість верстата= 1059906,75 грн; Амортизаційні витрати= 0,15 грн;

Витрати на ремонт= 0,00 грн;

Потужність верстата= 11,20 кВт; Потужність різання= 0,51 кВт;

Витрати на електроенергію= 0,00404 грн;

Вартість пристрою= 2000,00 грн; Витрати на пристрій= 0,01 грн;

Собівартість переходу= 1,42 грн;

(E4; напівчисте розточування; ф100Н12; L= 50; IT= 12; Ra= 1,6; t= 5,000мм; Поверхня № 6; S= 0,13 мм/об.; V= 394,58 м/хв.

ф Стійкість= 30,00 хв; Tosn= 0,32 хв;

Ставка= 5000 грн; Зарплата основна= 0,15 грн; Зарплата
додаткова=0,00 грн;
Зарплата повна= 0,15 грн;
Ціна інструмента= 213,44 грн; Норматив на заточку= 5 хв; Кількість
переточок= 3;
Витрати на інструмент= 0,69 грн;
Вартість верстата= 1059906,75 грн; Амортизаційні витрати= 0,19 грн;
Витрати на ремонт= 0,00 грн;
Потужність верстата= 11,20 кВт; Потужність різання= 0,51 кВт;
Витрати на електроенергію= 0,00494 грн;
Вартість пристрою= 2000,00 грн; Витрати на пристрій= 0,01 грн;
Собівартість переходу= 1,05 грн;

(Е4; напівчисте розточування; $\phi 100H12$; $L= 50$; $IT= 12$; $Ra= 1,6$; $t= 5,000\text{мм}$;
Поверхня № 7; $S= 0,13 \text{ мм/об.}$; $V= 327,35 \text{ м/хв.}$

ϕ Стійкість= 45,00 хв; $T_{osn}= 0,38 \text{ хв}$;
Ставка= 5000 грн; Зарплата основна= 0,18 грн; Зарплата
додаткова=0,00 грн;
Зарплата повна= 0,18 грн;
Ціна інструмента= 213,44 грн; Норматив на заточку= 5 хв; Кількість
переточок= 3;
Витрати на інструмент= 0,55 грн;
Вартість верстата= 1059906,75 грн; Амортизаційні витрати= 0,23 грн;
Витрати на ремонт= 0,00 грн;
Потужність верстата= 11,20 кВт; Потужність різання= 0,51 кВт;
Витрати на електроенергію= 0,00595 грн;
Вартість пристрою= 2000,00 грн; Витрати на пристрій= 0,01 грн;
Собівартість переходу= 0,98 грн;

(Е4; напівчисте розточування; $\phi 100H12$; $L= 50$; $IT= 12$; $Ra= 1,6$; $t= 5,000\text{мм}$;
Поверхня № 8; $S= 0,13 \text{ мм/об.}$; $V= 280,54 \text{ м/хв.}$

ϕ Стійкість= 60,00 хв; $T_{osn}= 0,45 \text{ хв}$;
Ставка= 5000 грн; Зарплата основна= 0,21 грн; Зарплата
додаткова=0,00 грн;
Зарплата повна= 0,21 грн;
Ціна інструмента= 213,44 грн; Норматив на заточку= 5 хв; Кількість
переточок= 3;
Витрати на інструмент= 0,49 грн;
Вартість верстата= 1059906,75 грн; Амортизаційні витрати= 0,26 грн;
Витрати на ремонт= 0,00 грн;
Потужність верстата= 11,20 кВт; Потужність різання= 0,51 кВт;
Витрати на електроенергію= 0,00695 грн;
Вартість пристрою= 2000,00 грн; Витрати на пристрій= 0,01 грн;
Собівартість переходу= 0,98 грн;

(E4; напівчисте розточування; $\phi 100H12$; $L= 50$; $IT= 12$; $Ra= 1,6$; $t= 5,000\text{мм}$;
Поверхня № 9; $S= 0,13 \text{ мм/об.}$; $V= 247,87 \text{ м/хв.}$

ϕ Стійкість= 90,00 хв; $T_{osn}= 0,50 \text{ хв}$;
Ставка= 5000 грн; Зарплата основна= 0,24 грн; Зарплата
додаткова=0,00 грн;
Зарплата повна= 0,24 грн;
Ціна інструмента= 213,44 грн; Норматив на заточку= 5 хв; Кількість
переточок= 3;
Витрати на інструмент= 0,37 грн;
Вартість верстата= 1059906,75 грн; Амортизаційні витрати= 0,30 грн;
Витрати на ремонт= 0,00 грн;
Потужність верстата= 11,20 кВт; Потужність різання= 0,51 кВт;
Витрати на електроенергію= 0,00786 грн;
Вартість пристрою= 2000,00 грн; Витрати на пристрій= 0,01 грн;
Собівартість переходу= 0,93 грн;

(E4; напівчисте розточування; $\phi 100H12$; $L= 50$; $IT= 12$; $Ra= 1,6$; $t= 5,000\text{мм}$;
Поверхня № 10; $S= 0,13 \text{ мм/об.}$; $V= 296,57 \text{ м/хв.}$

ϕ Стійкість= 120,00 хв; $T_{osn}= 0,42 \text{ хв}$;
Ставка= 5000 грн; Зарплата основна= 0,20 грн; Зарплата
додаткова=0,00 грн;
Зарплата повна= 0,20 грн;
Ціна інструмента= 213,44 грн; Норматив на заточку= 5 хв; Кількість
переточок= 3;
Витрати на інструмент= 0,23 грн;
Вартість верстата= 1059906,75 грн; Амортизаційні витрати= 0,25 грн;
Витрати на ремонт= 0,00 грн;
Потужність верстата= 11,20 кВт; Потужність різання= 0,51 кВт;
Витрати на електроенергію= 0,00657 грн;
Вартість пристрою= 2000,00 грн; Витрати на пристрій= 0,01 грн;
Собівартість переходу= 0,70 грн;

(E4; напівчисте розточування; $\phi 100H12$; $L= 50$; $IT= 12$; $Ra= 1,6$; $t= 5,000\text{мм}$;
Поверхня № 11; $S= 0,13 \text{ мм/об.}$; $V= 637,74 \text{ м/хв.}$

ϕ Стійкість= 180,00 хв; $T_{osn}= 0,20 \text{ хв}$;
Ставка= 5000 грн; Зарплата основна= 0,09 грн; Зарплата
додаткова=0,00 грн;
Зарплата повна= 0,09 грн;
Ціна інструмента= 213,44 грн; Норматив на заточку= 5 хв; Кількість
переточок= 3;
Витрати на інструмент= 0,07 грн;
Вартість верстата= 1059906,75 грн; Амортизаційні витрати= 0,12 грн;
Витрати на ремонт= 0,00 грн;
Потужність верстата= 11,20 кВт; Потужність різання= 0,51 кВт;
Витрати на електроенергію= 0,00306 грн;

Вартість пристрою= 2000,00 грн; Витрати на пристрій= 0,01 грн;
Собівартість переходу= 0,29 грн;
(E4; напівчисте розточування; ф100Н12; L= 50; IT= 12; Ra= 1,6; t= 5,000мм;
Поверхня № 12; S= 0,13 мм/об.; V= 1304,70 м/хв.

ф Стійкість= 240,00 хв; Tosn= 0,10 хв;
Ставка= 5000 грн; Зарплата основна= 0,05 грн; Зарплата
додаткова=0,00 грн;
Зарплата повна= 0,05 грн;
Ціна інструмента= 213,44 грн; Норматив на заточку= 5 хв; Кількість
переточок= 3;
Витрати на інструмент= 0,03 грн;
Вартість верстата= 1059906,75 грн; Амортизаційні витрати= 0,06 грн;
Витрати на ремонт= 0,00 грн;
Потужність верстата= 11,20 кВт; Потужність різання= 0,51 кВт;
Витрати на електроенергію= 0,00149 грн;
Вартість пристрою= 2000,00 грн; Витрати на пристрій= 0,01 грн;
Собівартість переходу= 0,14 грн;

На рис. 1.18 приведена діаграма залежностей собівартості переходу та основної складової норми часу в діапазоні 5 – 240 хв.

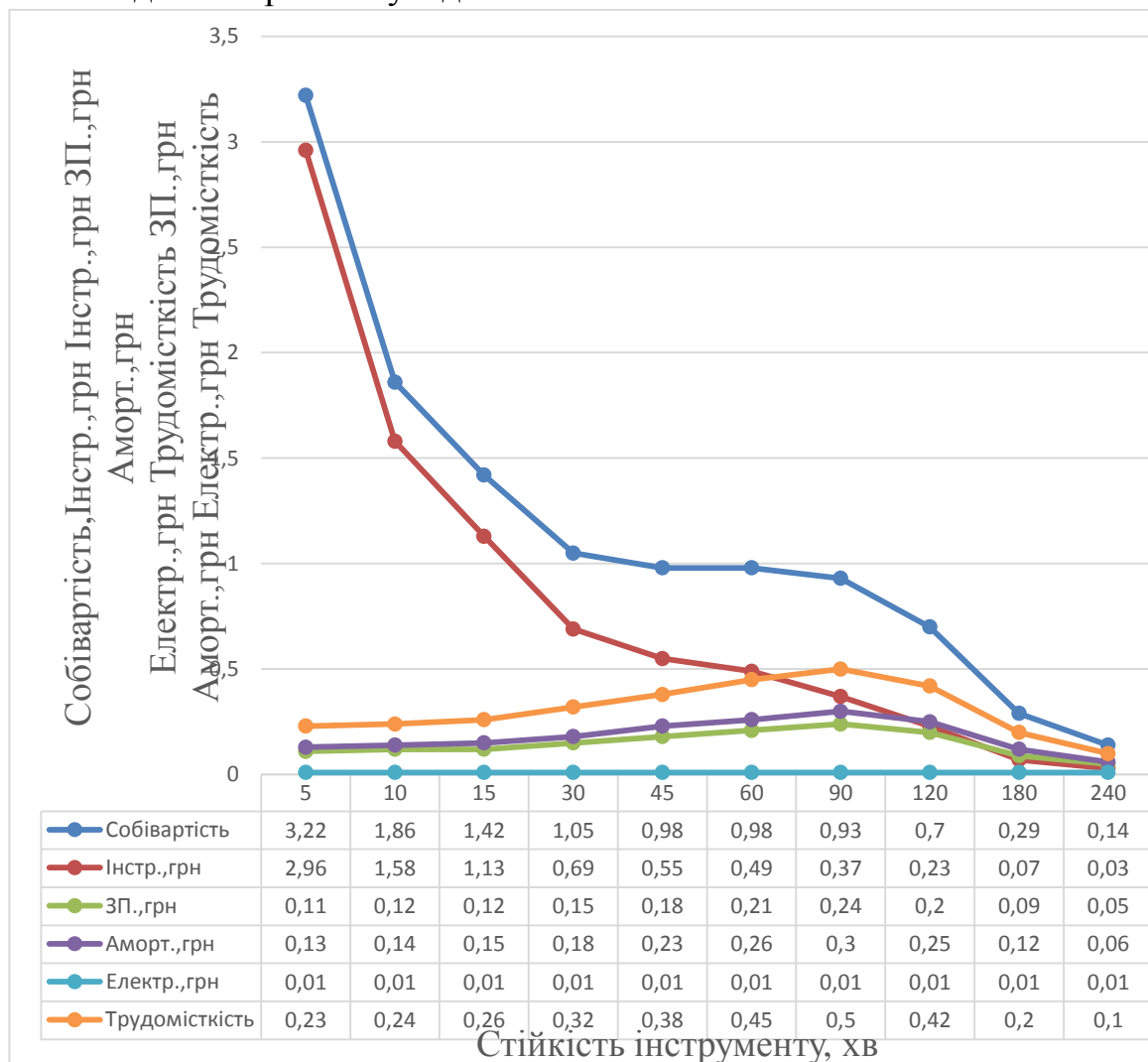


Рис. 2.19 – Діаграма залежностей собівартості переходу, основної складової норми часу та складових собівартості – витрат на зарплату, на ріжучий інструмент, амортизацію, електроенергію від заданої стійкості різця

На рис. 2.20 секторна діаграма, відображує складові собівартості переходу при стійкості інструменту 5хв.

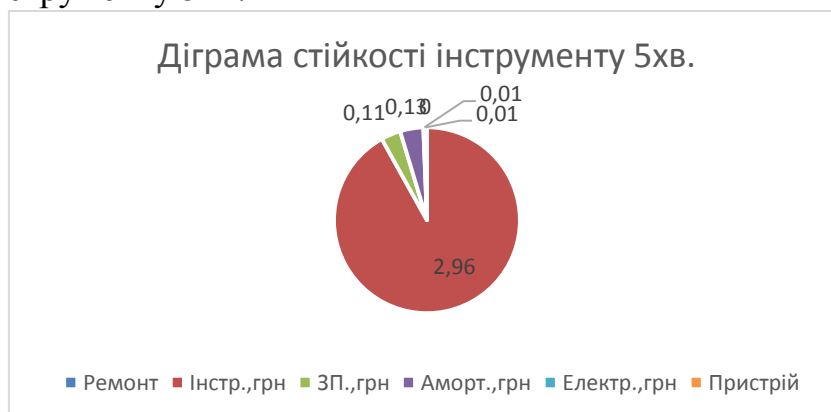


Рис. 2.20 – Структура собівартості при стійкості 5 хв

На рис. 2.21 секторна діаграма, відображує складові собівартості переходу при стійкості інструменту 240хв.



Рис. 2.21 – Структура собівартості при стійкості 240 хв

Висновок: Аналіз результатів каже, що кращий варіант буде при стійкості 240 хв. Можна зробити висновок, що трудомісткість буде найменшою при 240хв значеннях стійкості. Потужність різання менше при найбільших значеннях стійкості. При цьому, якщо коефіцієнт підвищення стійкості від 5 хв до 240 хв складає 48, то трудомісткість спочатку зростає від 0,23 хв до 0,5 хв, а потім спадає до 0,1хв, тобто зростає тільки в 2,1 рази і спадає в 2,3 рази. Аналіз складових собівартості при стійкості 5 хв свідчать, що найбільші витрати складають витрати на інструмент а при стійкості 240 хв свідчать що найбільші витрати складають витрати на інструмент та на повну заплату.

Загальний висновок: Провівши дослідження по механічній обробці, були обрані оптимальні режими для токарного оброблення, які дають найкращі показники собівартості і трудомісткості. Для токарного оброблення було обрано такі параметри: “Різець розточний. з ромб.пл.; $F_i = 93$ грд для глух.отв., 32х32, T15K6, ГОСТ 20874-75” типорозмір (32 d_r=75 D_{min}=240 L_r=32), матеріал інструменту ТК30К4, та стійкість 240хв. Всі ці параметри покращили показники собівартості і трудомісткості, а саме трудомісткість зменшилася з 0,87 до 0,1 тобто зменшилася в 8,7 разів, а собівартість зменшилася з 1,46 до 0,14 тобто зменшилася в 10,4 разів.

2.3. Дослідження можливостей покращення економічних показників при розточуванні на фрезерному обладнанні

2.3.1. Дослідження впливу різця

Мета: Перевірка можливостей параметризації для покращення економічних показників переходів оброблення циліндричних отворів .

Об'єкт дослідження: Розточування на фрезерному верстаті HAAS_EC-1600 Ø100H12, Ra1,6

Предмет дослідження: Залежності продуктивності та собівартості при виконанні заданого переходу від значень варіативних параметрів інформаційної моделі переходу.

Вихідні данні:

Деталь:

Назва – Корпус.

Матеріал – Сталь45 (170...179 HB).

Точність обробки поверхні – H12.

Параметри шорсткості обробленої поверхні: Ra=1.6 мкм.

Станок HAAS_EC-1600;

Глибина різання – t=5 мм;

Довжина отвору = 50мм;

Для виконання першого дослідження (Дослідження впливу різця)

Для проведення дослідів використовуємо 4 інструменти

1. Різець розточн. з мех.кріпл. ромбіч.пл.; Fi=93 грд., 25x20, T15K6, ТУ ВНИИ
2. Різець розточн. з мех.кріпл. 3-гр.пл.; Fi=93 грд., 24x22, T15K6, ТУ ВНИИ
3. Різець розточн. з мех.кріпл. 3-грн.пл.; Fi=93 грд., 26x20, T15K6, ГОСТ 20874-75
4. Різець розточн. з ромб.пл.; Fi=93 грд для глух.отв., 32x32, T15K6, ГОСТ 20874-75

Було змодельовано розточування на фрезерному верстаті з ЧПК моделі HAAS_EC-1600 циліндричної поверхні Ø100 довжиною 50 мм з вимогами до шорсткості поверхні Ra1,6 мкм

Використовуємо параметри які рекомендує Sapr_2020 а саме значення стійкості платини різця: 30хв, матеріал інструменту T15K6, а також рекомендовані розміри інструменту.

Починаємо дослідження з рекомендованою програмою конструкції інструменту (Різець розточн. з мех.кріпл. ромбіч.пл.; Fi=93 грд., 25x20, T15K6, ТУ ВНИИ)

На рис. 2.22 подано скріншот при обраному інструменті , "К.01.4341.000-01 Різець розточн. з мех.кріпл. ромбіч.пл.; Fi=93 грд., 25x20, T15K6, ТУ ВНИИ"

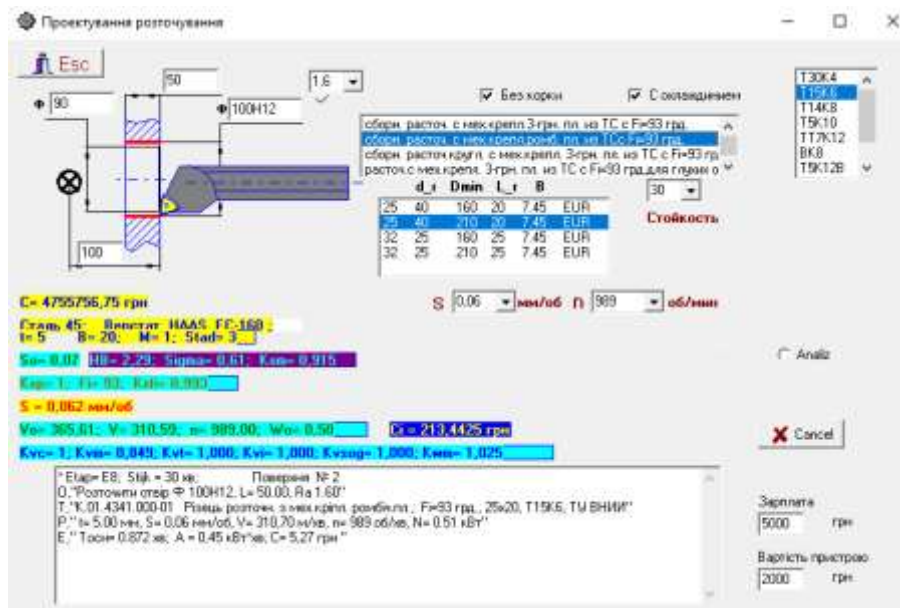


Рис. 2.22 – Скріншот при моделюванні розточування в програмному засобі «Sapr_2020»

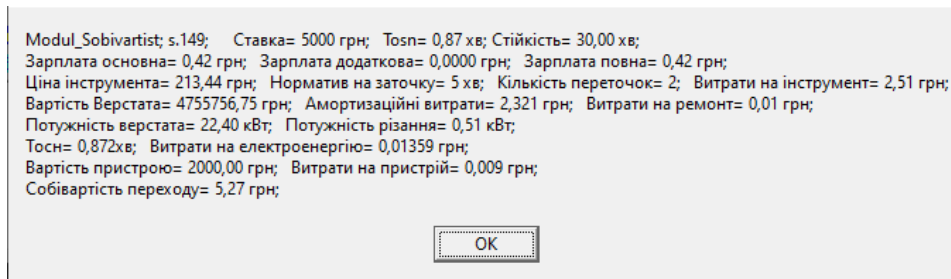


Рис. 2.23. Скріншот результатів визначення собівартості при обраному інструменті "К.01.4341.000-01 Різець розточн. з мех.кріпл. ромбіч.пл.; Fi=93 град., 25x20, T15K6, ТУ ВНИИ"

На рис. 2.24 подано скріншот при обраному інструменті, " К.01.4490.000 Різець розточн. з мех.кріпл. 3-гр.пл.; Fi=93 град., 24x22, T15K6, ТУ ВНИИ"

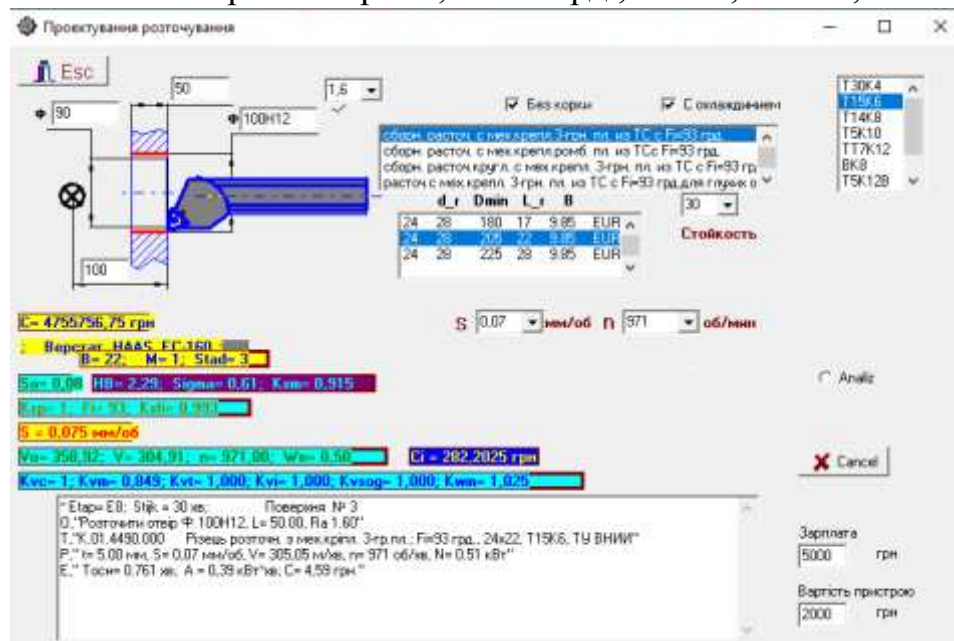


Рис. 2.24 – Скріншот при моделюванні розточування в програмному засобі «Sapr_2020»

Modul_Sobivartist; s.149; Ставка= 5000 грн; Tosn= 0,76 хв; Стійкість= 30,00 хв;
 Зарплата основна= 0,36 грн; Зарплата додаткова= 0,0000 грн; Зарплата повна= 0,36 грн;
 Ціна інструмента= 282,20 грн; Норматив на заточку= 5 хв; Кількість переточок= 3; Витрати на інструмент= 2,17 грн;
 Вартість Верстата= 4755756,75 грн; Амортизаційні витрати= 2,026 грн; Витрати на ремонт= 0,01 грн;
 Потужність верстата= 22,40 кВт; Потужність різання= 0,51 кВт;
 Tosn= 0,761хв; Витрати на електроенергію= 0,01187 грн;
 Вартість пристрою= 2000,00 грн; Витрати на пристрій= 0,009 грн;
 Собівартість переходу= 4,59 грн;

OK

Рис. 2.25. Скріншот результатів визначення собівартості при обраному інструменті "К.01.4490.000 Різець розточн. з мех.кріпл. 3-гр.пл.; Fi=93 град., 24x22, T15K6, ТУ ВНИИ"

На рис. 2.26 подано скріншот при обраному інструменті ,"2145-0553 Різець розточн. з мех.кріпл. 3-грн.пл.; Fi=93 град., 26x20, T15K6, ГОСТ 20874-75"

Проектування розточування

Esc

90 50 100H12 1,6

Без корн Со складненн

сборн. расточ. с мех.крепл. 3-грн. пл. из ТС с Fi=93 град.
 сборн. расточ. с мех.крепл. ромб. пл. из ТС с Fi=93 град.
 сборн. расточ. кр.пл. с мех.крепл. 3-грн. пл. из ТС с Fi=93 град.
 расточ. с мех.крепл. 3-грн. пл. из ТС с Fi=93 град. для глуб. о

d_r	D_min	L_r	B	
25	35	170	20	6,65 EUR
25	35	200	20	6,65 EUR
25	35	240	20	6,65 EUR
32	50	170	25	6,65 EUR
32	50	240	25	6,65 EUR
32	50	340	25	6,65 EUR

Стоимость

S 0,06 мм/об П 989 об/мин

C= 4755756,75 грн
 Верстат: HAAS FC-160
 B= 20; M= 1; Stad= 3
 S= 0,07; F= 2,25; Sigma= 0,61; K= 0,915
 K= 1; F= 93; K= 0,992
 S= 0,062 мм/об
 V= 365,61; V= 310,50; n= 989,00; Wo= 0,50
 C= 190,5226 грн
 Kvc= 1; Kvm= 0,049; Kvt= 1,000; Kvi= 1,000; Kvs= 1,000; Kwm= 1,025

Анализ

Cancel

Зарплата
 5000 грн
 Вартість пристрою
 2000 грн

Етап: E8; Sijk = 30 хв; Повертка № 4
 О: Розточити отвір Ф 100H12, L= 50,00, Ra 1,60'
 Т: "2145-0553 Різець розточн. з мех.кріпл. 3-грн.пл.; Fi=93 град., 26x20, T15K6, ГОСТ 20874-75"
 Р: f= 5,00 мм; S= 0,06 мм/об; V= 310,70 м/хв; n= 989 об/хв; N= 0,51 кВт
 Е: Tosn= 0,872 хв; A= 0,45 кВт*хв; C= 4,47 грн

Рис. 2.26 – Скріншот при моделюванні розточування в програмному засобі «Sapr_2020»

Modul_Sobivartist; s.149; Ставка= 5000 грн; Tosn= 0,87 хв; Стійкість= 30,00 хв;
 Зарплата основна= 0,42 грн; Зарплата додаткова= 0,0000 грн; Зарплата повна= 0,42 грн;
 Ціна інструмента= 190,52 грн; Норматив на заточку= 5 хв; Кількість переточок= 3; Витрати на інструмент= 1,70 грн;
 Вартість Верстата= 4755756,75 грн; Амортизаційні витрати= 2,321 грн; Витрати на ремонт= 0,01 грн;
 Потужність верстата= 22,40 кВт; Потужність різання= 0,51 кВт;
 Tosn= 0,872хв; Витрати на електроенергію= 0,01359 грн;
 Вартість пристрою= 2000,00 грн; Витрати на пристрій= 0,009 грн;
 Собівартість переходу= 4,47 грн;

OK

Рис. 2.27. Скріншот результатів визначення собівартості при обраному інструменті „2145-0553 Різець розточн. з мех.кріпл. 3-грн.пл.; $F_i=93$ грд., 26x20, T15K6, ГОСТ 20874-75"

На рис. 2.28. подано скріншот при обраному інструменті „2141-0603 Різець розточн. з ромб.пл.; $F_i=93$ грд для глух.отв., 32x32, T15K6, ГОСТ 20874-75"

The screenshot displays the Sapr_2020 software interface. On the left, a technical drawing of a turning operation is shown with dimensions: $\Phi 90$, 50, $\Phi 100H12$, 100, and a feed of 1.6. The main window contains a list of tool options with columns for d_r , D_{min} , L_r , B , and cost in EUR. The selected tool is T15K6. Below the tool list, various parameters are calculated and displayed in colored boxes: $C=4755756.75$ грн, $S_o=0.15$, $HB=2.29$, $\sigma_{\text{ср}}=0.61$, $K_{\text{ср}}=0.993$, $S=0.132$ мм/об, $V_o=331.64$, $V=281.73$, $n=897.00$, $W_o=0.50$, $C_i=213.4425$ грн, $K_{\text{vc}}=1$, $K_{\text{vm}}=0.849$, $K_{\text{vt}}=1.000$, $K_{\text{vi}}=1.000$, $K_{\text{vsog}}=1.000$, $K_{\text{wm}}=1.025$. A text box at the bottom provides detailed specifications for the tool and workpiece. On the right, there are buttons for 'Cancel' and 'Analiz', and input fields for 'Зарплата' (5000 грн) and 'Вартість пристрою' (2000 грн).

Рис. 2.28 – Скріншот при моделюванні розточування в програмному засобі «Sapr_2020»

The screenshot shows the final cost calculation results in a text box. The data is as follows:

Modul_Sobivartist; s.149;	Ставка= 5000 грн;	Tosn= 0,44 хв;	Стойкість= 30,00 хв;
Зарплата основная= 0,21 грн;	Зарплата дополнительная= 0,0000 грн;	Зарплата полная= 0,21 грн;	
Цена инструмента= 213,44 грн;	Норматив на заточку= 5 хв;	Количество переточек= 3;	Витраты на инструмент= 0,97 грн;
Вартість Верстата= 4755756,75 грн;	Амортизаційні витрати= 1,181 грн;	Витрати на ремонт= 0,00 грн;	
Потужність верстата= 22,40 кВт;	Потужність різання= 0,51 кВт;		
Tosn= 0,444хв;	Витрати на електроенергію= 0,00692 грн;		
Вартість пристрою= 2000,00 грн;	Витрати на пристрій= 0,009 грн;		
Собівартість переходу= 2,38 грн;			

An 'OK' button is located at the bottom center of the window.

Рис. 2.29. Скріншот результатів визначення собівартості при обраному інструменті „2141-0603 Різець розточн. з ромб.пл.; $F_i=93$ грд для глух.отв., 32x32, T15K6, ГОСТ 20874-75"

Далі представлені лісінгі опис собівартості і операцій для всіх чотирьох інструментів

Далі подано лістинг файла "Text.txt":

В,"4230 Програмна . ИОТ 68"
Д,"Багатоцільовий верстат HAAS_EC-1600"
* Etap= E8; Stijk = 30 хв; Поверхня № 2
О,"Розточити отвір Ф 100Н12, L= 50.00, Ra 1.60"
Т,"К.01.4341.000-01 Різець розточн. з мех.кріпл. ромбіч.пл.; Fi=93
грд., 25х20, Т15К6, ТУ ВНИИ"
Р," t= 5.00 мм, S= 0,06 мм/об, V= 310,70 м/хв, n= 989 об/хв, N= 0.51
кВт"
Е," Тосн= 0.872 хв; А = 0,45 кВт*хв; С= 5,27 грн "
* Etap= E8; Stijk = 30 хв; Поверхня № 3
О,"Розточити отвір Ф 100Н12, L= 50.00, Ra 1.60"
Т,"К.01.4490.000 Різець розточн. з мех.кріпл. 3-гр.пл.; Fi=93 грд.,
24х22, Т15К6, ТУ ВНИИ"
Р," t= 5.00 мм, S= 0,07 мм/об, V= 305,05 м/хв, n= 971 об/хв, N= 0.51
кВт"
Е," Тосн= 0.761 хв; А = 0,39 кВт*хв; С= 4,59 грн "
* Etap= E8; Stijk = 30 хв; Поверхня № 4
О,"Розточити отвір Ф 100Н12, L= 50.00, Ra 1.60"
Т,"2145-0553 Різець розточн. з мех.кріпл. 3-грн.пл.; Fi=93 грд.,
26х20, Т15К6, ГОСТ 20874-75"
Р," t= 5.00 мм, S= 0,06 мм/об, V= 310,70 м/хв, n= 989 об/хв, N= 0.51
кВт"
Е," Тосн= 0.872 хв; А = 0,45 кВт*хв; С= 4,47 грн "
* Etap= E8; Stijk = 30 хв; Поверхня № 5
О,"Розточити отвір Ф 100Н12, L= 50.00, Ra 1.60"
Т,"2141-0603 Різець розточн. з ромб.пл.; Fi=93 грд для глух.отв.,
32х32, Т15К6, ГОСТ 20874-75"
Р," t= 5.00 мм, S= 0,13 мм/об, V= 281,80 м/хв, n= 897 об/хв, N= 0.51
кВт"

"Далі подано лістинг файла "Sobivartis.txt":

Поверхня № 2; S= 0,06 мм/об.; V= 310,70 м/хв.

ф Стійкість= 30,00 хв; Тосн= 0,87 хв;
Ставка= 5000 грн; Зарплата основна= 0,42 грн; Зарплата
додаткова=0,00 грн;
Зарплата повна= 0,42 грн;
Ціна інструмента= 213,44 грн; Норматив на заточку= 5 хв; Кількість
переточок= 2;

Витрати на інструмент= 2,51 грн;
Вартість верстата= 4755756,75 грн; Амортизаційні витрати= 2,32 грн;
Витрати на ремонт= 0,01 грн;
Потужність верстата= 22,40 кВт; Потужність різання= 0,51 кВт;
Витрати на електроенергію= 0,01359 грн;
Вартість пристрою= 2000,00 грн; Витрати на пристрій= 0,01 грн;
Собівартість переходу= 5,27 грн;

(E4; напівчисте розточування; $\phi 100H12$; $L= 50$; $IT= 12$; $Ra= 1,6$; $t= 5,000\text{мм}$;
Поверхня № 3; $S= 0,07$ мм/об.; $V= 305,05$ м/хв.

ϕ Стійкість= 30,00 хв; $T_{osn}= 0,76$ хв;
Ставка= 5000 грн; Зарплата основна= 0,36 грн; Зарплата
додаткова=0,00 грн;
Зарплата повна= 0,36 грн;
Ціна інструмента= 282,20 грн; Норматив на заточку= 5 хв; Кількість
переточок= 3;
Витрати на інструмент= 2,17 грн;
Вартість верстата= 4755756,75 грн; Амортизаційні витрати= 2,03 грн;
Витрати на ремонт= 0,01 грн;
Потужність верстата= 22,40 кВт; Потужність різання= 0,51 кВт;
Витрати на електроенергію= 0,01187 грн;
Вартість пристрою= 2000,00 грн; Витрати на пристрій= 0,01 грн;
Собівартість переходу= 4,59 грн;

(E4; напівчисте розточування; $\phi 100H12$; $L= 50$; $IT= 12$; $Ra= 1,6$; $t= 5,000\text{мм}$;
Поверхня № 4; $S= 0,06$ мм/об.; $V= 310,70$ м/хв.

ϕ Стійкість= 30,00 хв; $T_{osn}= 0,87$ хв;
Ставка= 5000 грн; Зарплата основна= 0,42 грн; Зарплата
додаткова=0,00 грн;
Зарплата повна= 0,42 грн;
Ціна інструмента= 190,52 грн; Норматив на заточку= 5 хв; Кількість
переточок= 3;
Витрати на інструмент= 1,70 грн;
Вартість верстата= 4755756,75 грн; Амортизаційні витрати= 2,32 грн;
Витрати на ремонт= 0,01 грн;
Потужність верстата= 22,40 кВт; Потужність різання= 0,51 кВт;
Витрати на електроенергію= 0,01359 грн;
Вартість пристрою= 2000,00 грн; Витрати на пристрій= 0,01 грн;
Собівартість переходу= 4,47 грн;

(E4; напівчисте розточування; $\phi 100H12$; $L= 50$; $IT= 12$; $Ra= 1,6$; $t= 5,000\text{мм}$;
Поверхня № 5; $S= 0,13$ мм/об.; $V= 281,80$ м/хв.

ϕ Стійкість= 30,00 хв; $T_{осн} = 0,44$ хв;
 Ставка= 5000 грн; Зарплата основна= 0,21 грн; Зарплата
 додаткова=0,00 грн;
 Зарплата повна= 0,21 грн;
 Ціна інструмента= 213,44 грн; Норматив на заточку= 5 хв; Кількість
 переточок= 3;
 Витрати на інструмент= 0,97 грн;
 Вартість верстата= 4755756,75 грн; Амортизаційні витрати= 1,18 грн;
 Витрати на ремонт= 0,00 грн;
 Потужність верстата= 22,40 кВт; Потужність різання= 0,51 кВт;
 Витрати на електроенергію= 0,00692 грн;
 Вартість пристрою= 2000,00 грн; Витрати на пристрій= 0,01 грн;
 Собівартість переходу= 2,38 грн;

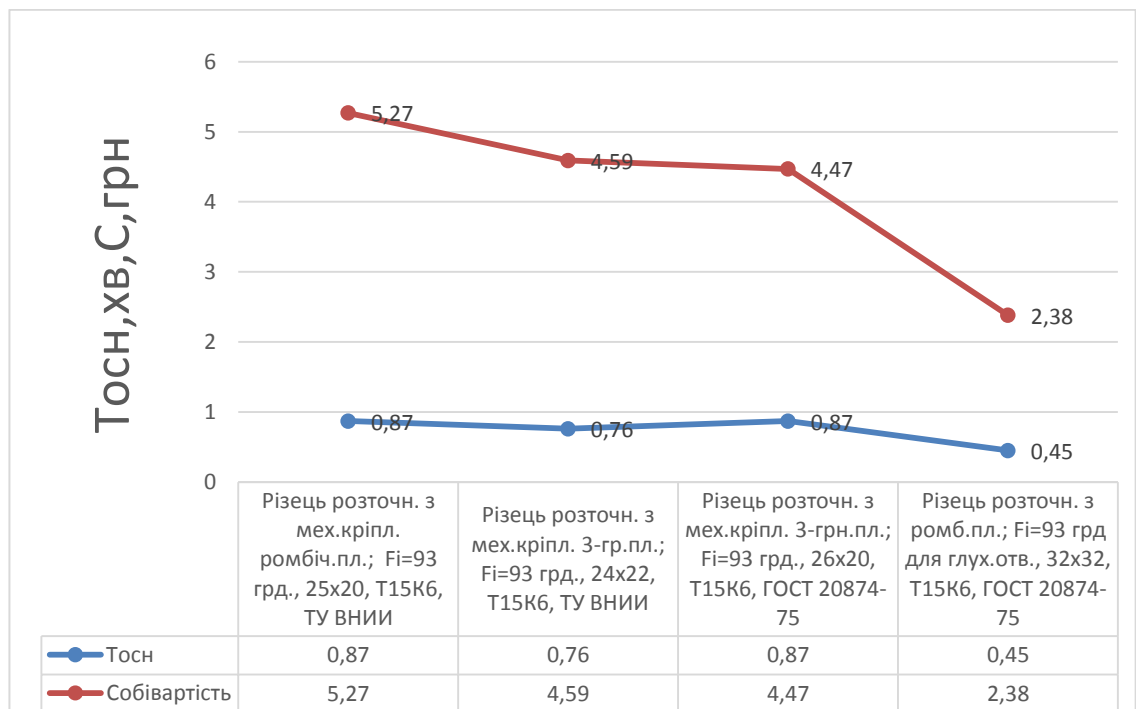


Рис.2.30. Вплив конфігурації інструменту на собівартість та час.

З діаграми ми можемо зробити висновок, що мінімальна собівартість і витраті часу будуть при використанні “Різець розточний. з ромб.пл .; $F_i = 93$ грд для глух.отв., 32x32, Т15К6, ГОСТ 20874-75” А також порівняння з рекомендованим програмою “Різець розточн. з мех.кріпл. ромбіч.пл.; $F_i=93$ грд., 25x20, Т15К6, ТУ ВНИИ” собівартість зменшується з 5,27 до 2,38 тобто на 55% а трудомісткість зменшується з 0,87 до 0,45 тобто на 48,3%.

Висновок: Обираємо для наступних досліджень “Різець розточний. з ромб.пл .; $F_i = 93$ грд для глух.отв., 32x32, Т15К6, ГОСТ 20874-75” так як він показує кращі показники по собівартості і трудомісткості.

2.3.2. Дослідження впливу тиророзмірів різця

Для виконання другого дослідження (зміна типорозміру різця)

Для проведення дослідів обрані наступні розміри інструменту

1. 32 d_r=75 D_{min}=200 L_r=32
2. 32 d_r=75 D_{min}=240 L_r=32
3. 32 d_r=75 D_{min}=320 L_r=32
4. 32 d_r=75 D_{min}=200 L_r=32
5. 32 d_r=75 D_{min}=400 L_r=32
6. 32 d_r=84 D_{min}=500 L_r=32

Було змодельовано розточування на фрезерному верстаті з ЧПК моделі HAAS_EC-1600 циліндричної поверхні Ø100 довжиною 50 мм з вимогами до шорсткості поверхні Ra1,6 мкм. А також обрана конструкції різця “Різець розточний. з ромб.пл. ; Fi = 93 град для глух.отв., 32x32, T15K6, ГОСТ 20874-75”

Використовуємо параметри які рекомендує Sapг_2020 а саме значення стійкості платини різця: 30хв, матеріал інструменту T15K6.

Починаємо дослідження с рекомендованого параметру типорозміра(32 d_r=75 D_{min}=240 L_r=32)

На рис. 2.31 подано скріншот при обраному параметру типорозміру інструменту (32 d_r=75 D_{min}=240 L_r=32)

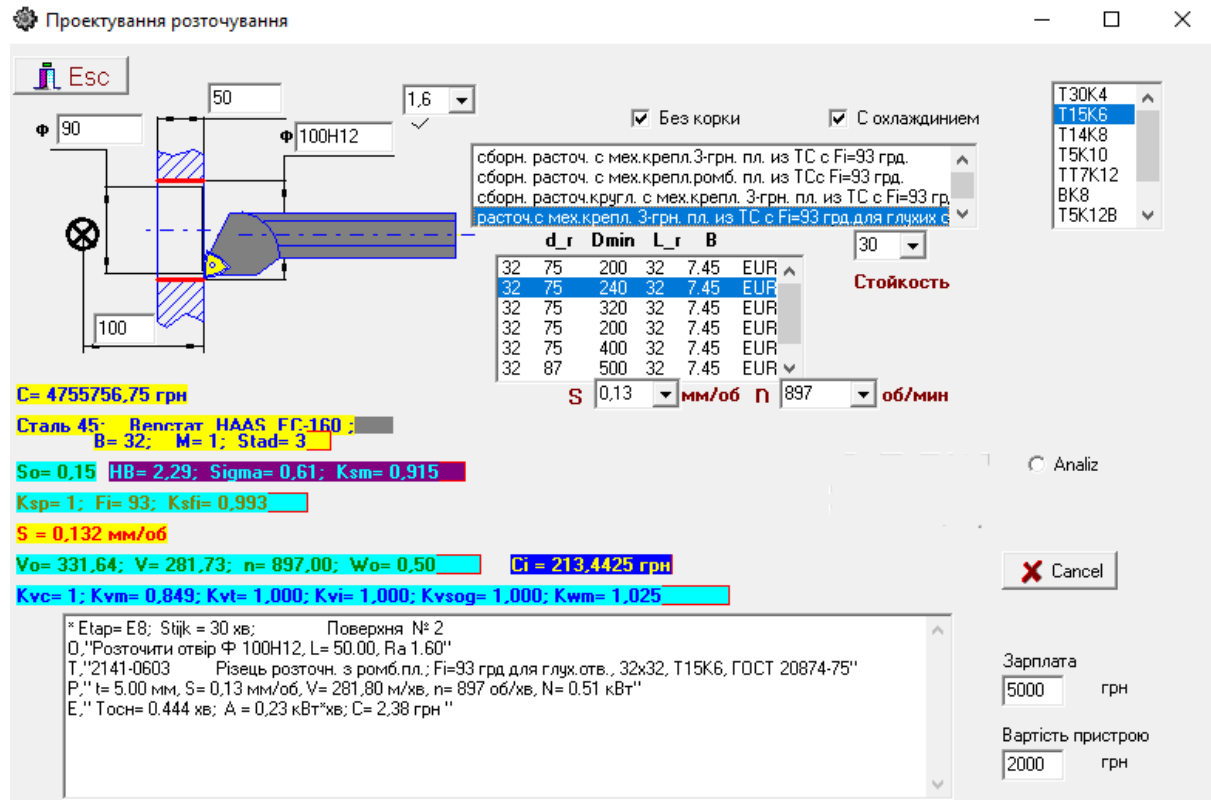


Рис. 2.31 – Скріншот при моделюванні розточування в програмному засобі «Sapг_2020»

Modul_Sobivartist; s.149; Ставка= 5000 грн; Tosn= 0,44 хв; Стійкість= 30,00 хв;
 Зарплата основна= 0,21 грн; Зарплата додаткова= 0,0000 грн; Зарплата повна= 0,21 грн;
 Ціна інструмента= 213,44 грн; Норматив на заточку= 5 хв; Кількість переточок= 3; Витрати на інструмент= 0,97 грн;
 Вартість Верстата= 4755756,75 грн; Амортизаційні витрати= 1,181 грн; Витрати на ремонт= 0,00 грн;
 Потужність верстата= 22,40 кВт; Потужність різання= 0,51 кВт;
 Tosn= 0,444хв; Витрати на електроенергію= 0,00692 грн;
 Вартість пристрою= 2000,00 грн; Витрати на пристрій= 0,009 грн;
 Собівартість переходу= 2,38 грн;

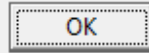


Рис. 2.32. Скріншот результатів визначення собівартості

Далі представлені лісінгі опис собівартості і операцій для всіх шести інструментів

Далі подано лістинг файла “Text.txt”:

```

Etap= E8; Stijk = 30 хв;          Поверхня № 2
О,"Розточити отвір Ф 100Н12, L= 50.00, Ra 1.60"
Т,"2141-0603      Різець розточн. з ромб.пл.; Fi=93 грд для глух.отв.,
32х32, Т15К6, ГОСТ 20874-75"
Р," t= 5.00 мм, S= 0,13 мм/об, V= 281,80 м/хв, n= 897 об/хв, N= 0.51
кВт"
Е," Тосн= 0.444 хв; А = 0,23 кВт*хв; С= 2,38 грн "
* Etap= E8; Stijk = 30 хв;          Поверхня № 3
О,"Розточити отвір Ф 100Н12, L= 50.00, Ra 1.60"
Т,"2141-0601      Різець розточн. з ромб.пл.; Fi=93 грд для глух.отв.,
32х32, Т15К6, ГОСТ 20874-75"
Р," t= 5.00 мм, S= 0,13 мм/об, V= 281,80 м/хв, n= 897 об/хв, N= 0.51
кВт"
Е," Тосн= 0.444 хв; А = 0,23 кВт*хв; С= 2,38 грн "
* Etap= E8; Stijk = 30 хв;          Поверхня № 4
О,"Розточити отвір Ф 100Н12, L= 50.00, Ra 1.60"
Т,"2141-0605      Різець розточн. з ромб.пл.; Fi=93 грд для глух.отв.,
32х32, Т15К6, ГОСТ 20874-75"
Р," t= 5.00 мм, S= 0,13 мм/об, V= 281,80 м/хв, n= 897 об/хв, N= 0.51
кВт"
Е," Тосн= 0.444 хв; А = 0,23 кВт*хв; С= 2,38 грн "
* Etap= E8; Stijk = 30 хв;          Поверхня № 5
О,"Розточити отвір Ф 100Н12, L= 50.00, Ra 1.60"
Т,"2141-0607      Різець розточн. з ромб.пл.; Fi=93 грд для глух.отв.,
32х32, Т15К6, ГОСТ 20874-75"
Р," t= 5.00 мм, S= 0,13 мм/об, V= 281,80 м/хв, n= 897 об/хв, N= 0.51
кВт"
Е," Тосн= 0.444 хв; А = 0,23 кВт*хв; С= 2,38 грн "
```

* Etap= E8; Stijk = 30 хв; Поверхня № 6
О,"Розточити отвір Ф 100Н12, L= 50.00, Ra 1.60"
Т,"2141-0611 Різець розточн. з ромб.пл.; Fi=93 грд для глух.отв.,
32х32, Т15К6, ГОСТ 20874-75"
Р," t= 5.00 мм, S= 0,13 мм/об, V= 281,80 м/хв, n= 897 об/хв, N= 0.51
кВт"

Е," Тосн= 0.444 хв; А = 0,23 кВт*хв; С= 2,38 грн "
* Etap= E8; Stijk = 30 хв; Поверхня № 7
О,"Розточити отвір Ф 100Н12, L= 50.00, Ra 1.60"
Т,"2141-0615 Різець розточн. з ромб.пл.; Fi=93 грд для глух.отв.,
32х32, Т15К6, ГОСТ 20874-75"
Р," t= 5.00 мм, S= 0,13 мм/об, V= 281,80 м/хв, n= 897 об/хв, N= 0.51
кВт"

Е," Тосн= 0.444 хв; А = 0,23 кВт*хв; С= 2,38 грн "

"Далі подано лістинг файла "Sobivartis.txt".

Поверхня № 2; S= 0,13 мм/об.; V= 281,80 м/хв.

ф Стійкість= 30,00 хв; Тосн= 0,44 хв;
Ставка= 5000 грн; Зарплата основна= 0,21 грн; Зарплата
додаткова=0,00 грн;
Зарплата повна= 0,21 грн;
Ціна інструмента= 213,44 грн; Норматив на заточку= 5 хв; Кількість
переточок= 3;
Витрати на інструмент= 0,97 грн;
Вартість верстата= 4755756,75 грн; Амортизаційні витрати= 1,18 грн;
Витрати на ремонт= 0,00 грн;
Потужність верстата= 22,40 кВт; Потужність різання= 0,51 кВт;
Витрати на електроенергію= 0,00692 грн;
Вартість пристрою= 2000,00 грн; Витрати на пристрій= 0,01 грн;
Собівартість переходу= 2,38 грн;

(Е4; напівчисте розточування; ф100Н12; L= 50; IT= 12; Ra= 1,6; t= 5,000мм;
Поверхня № 3; S= 0,13 мм/об.; V= 281,80 м/хв.

ф Стійкість= 30,00 хв; Тосн= 0,44 хв;
Ставка= 5000 грн; Зарплата основна= 0,21 грн; Зарплата
додаткова=0,00 грн;
Зарплата повна= 0,21 грн;
Ціна інструмента= 213,44 грн; Норматив на заточку= 5 хв; Кількість
переточок= 3;
Витрати на інструмент= 0,97 грн;
Вартість верстата= 4755756,75 грн; Амортизаційні витрати= 1,18 грн;
Витрати на ремонт= 0,00 грн;

Потужність верстата= 22,40 кВт; Потужність різання= 0,51 кВт;
Витрати на електроенергію= 0,00692 грн;
Вартість пристрою= 2000,00 грн; Витрати на пристрій= 0,01 грн;
Собівартість переходу= 2,38 грн;

(Е4; напівчисте розточування; ф100Н12; L= 50; IT= 12; Ra= 1,6; t= 5,000мм;
Поверхня № 4; S= 0,13 мм/об.; V= 281,80 м/хв.

ф Стійкість= 30,00 хв; Tosn= 0,44 хв;
Ставка= 5000 грн; Зарплата основна= 0,21 грн; Зарплата
додаткова=0,00 грн;
Зарплата повна= 0,21 грн;
Ціна інструмента= 213,44 грн; Норматив на заточку= 5 хв; Кількість
переточок= 3;
Витрати на інструмент= 0,97 грн;
Вартість верстата= 4755756,75 грн; Амортизаційні витрати= 1,18 грн;
Витрати на ремонт= 0,00 грн;
Потужність верстата= 22,40 кВт; Потужність різання= 0,51 кВт;
Витрати на електроенергію= 0,00692 грн;
Вартість пристрою= 2000,00 грн; Витрати на пристрій= 0,01 грн;
Собівартість переходу= 2,38 грн;

(Е4; напівчисте розточування; ф100Н12; L= 50; IT= 12; Ra= 1,6; t= 5,000мм;
Поверхня № 5; S= 0,13 мм/об.; V= 281,80 м/хв.

ф Стійкість= 30,00 хв; Tosn= 0,44 хв;
Ставка= 5000 грн; Зарплата основна= 0,21 грн; Зарплата
додаткова=0,00 грн;
Зарплата повна= 0,21 грн;
Ціна інструмента= 213,44 грн; Норматив на заточку= 5 хв; Кількість
переточок= 3;
Витрати на інструмент= 0,97 грн;
Вартість верстата= 4755756,75 грн; Амортизаційні витрати= 1,18 грн;
Витрати на ремонт= 0,00 грн;
Потужність верстата= 22,40 кВт; Потужність різання= 0,51 кВт;
Витрати на електроенергію= 0,00692 грн;
Вартість пристрою= 2000,00 грн; Витрати на пристрій= 0,01 грн;
Собівартість переходу= 2,38 грн;

(Е4; напівчисте розточування; ф100Н12; L= 50; IT= 12; Ra= 1,6; t= 5,000мм;
Поверхня № 6; S= 0,13 мм/об.; V= 281,80 м/хв.

ф Стійкість= 30,00 хв; Tosn= 0,44 хв;

Ставка= 5000 грн; Зарплата основна= 0,21 грн; Зарплата
 додаткова=0,00 грн;
 Зарплата повна= 0,21 грн;
 Ціна інструмента= 213,44 грн; Норматив на заточку= 5 хв; Кількість
 переточок= 3;
 Витрати на інструмент= 0,97 грн;
 Вартість верстата= 4755756,75 грн; Амортизаційні витрати= 1,18 грн;
 Витрати на ремонт= 0,00 грн;
 Потужність верстата= 22,40 кВт; Потужність різання= 0,51 кВт;
 Витрати на електроенергію= 0,00692 грн;
 Вартість пристрою= 2000,00 грн; Витрати на пристрій= 0,01 грн;
 Собівартість переходу= 2,38 грн;

(E4; напівчисте розточування; $\phi 100H12$; $L= 50$; $IT= 12$; $Ra= 1,6$; $t= 5,000\text{мм}$;
 Поверхня № 7; $S= 0,13 \text{ мм/об.}$; $V= 281,80 \text{ м/хв.}$

ϕ Стійкість= 30,00 хв; $T_{osn}= 0,44 \text{ хв}$;
 Ставка= 5000 грн; Зарплата основна= 0,21 грн; Зарплата
 додаткова=0,00 грн;
 Зарплата повна= 0,21 грн;
 Ціна інструмента= 213,44 грн; Норматив на заточку= 5 хв; Кількість
 переточок= 3;
 Витрати на інструмент= 0,97 грн;
 Вартість верстата= 4755756,75 грн; Амортизаційні витрати= 1,18 грн;
 Витрати на ремонт= 0,00 грн;
 Потужність верстата= 22,40 кВт; Потужність різання= 0,51 кВт;
 Витрати на електроенергію= 0,00692 грн;
 Вартість пристрою= 2000,00 грн; Витрати на пристрій= 0,01 грн;
 Собівартість переходу= 2,38 грн;

Висновок: як ми бачимо з лісінінга дані параметри не впливають на
 собівартість і трудомісткість. Обираємо рекомендований програмою
 типорозмір а саме ($32 d_r=75 D_{min}=240 L_r=32$)

2.3.3. Дослідження зміни матеріалу різця

Для виконання третього дослідження (зміна матеріалу інструменту)

Для проведення досліду використовуємо інструментальні матеріали

1. TK15K6
2. TK30K4
3. TK14K8
4. T5K10
5. TT7K12
6. BK8
7. T5K12B
8. P18
9. P6M5

Було змодельовано розточування на фрезерному верстаті з ЧПК моделі HAAS_EC-1600 циліндричної поверхні $\varnothing 100$ довжиною 50 мм з вимогами до шорсткості поверхні $Ra 1,6$ мкм. А також обрана конструкції різця “Різець розточний. з ромб.пл. ; $Fi = 93$ град для глух.отв., 32x32, і типорозмір інструмента (32 d_r=75 Dmin=240 L_r=32)

Використовуємо параметри які рекомендує Sapr_2020 а саме значення стійкості платини різця: 30хв

Починаємо дослідження с рекомендованого параметру матеріалу (TK15K6)

На рис. 2.33 подано скріншот при обраному матеріалу інструменту (TK15K6)

Esc

Ф 90 50 1,6 100H12 100

☒ Без корки ☒ С охладжиднием

сборн. расточ. с мех.крепл. 3-грн. пл. из TC с Fi=93 град.
сборн. расточ. с мех.крепл. ромб. пл. из TC с Fi=93 град.
сборн. расточ. кругл. с мех.крепл. 3-грн. пл. из TC с Fi=93 град.
расточ. с мех.крепл. 3-грн. пл. из TC с Fi=93 град для глухих с

d _r	Dmin	L _r	B	Стоимость
32	75	200	32	7.45 EUR
32	75	240	32	7.45 EUR
32	75	320	32	7.45 EUR
32	75	200	32	7.45 EUR
32	75	400	32	7.45 EUR
32	87	500	32	7.45 EUR

S 0,13 мм/об n 897 об/мин

C = 4755756,75 грн

Сталь 45- Репетат HAAS FC-160 ;
B= 32; M= 1; Stad= 3

So= 0,15 HB= 2,29; Sigma= 0,61; Ksm= 0,915

Ksp= 1; Fi= 93; Ksfi= 0,993

S = 0,132 мм/об

Vo= 331,64; V= 281,73; n= 897,00; Wo= 0,50 **Сi = 213,4425 грн**

Kvc= 1; Kvm= 0,849; Kvt= 1,000; Kvi= 1,000; Kvsog= 1,000; Kwm= 1,025

* Etap= E8; Stijk = 30 хв; Поверхня № 2
0, "Розточити отвір Ф 100H12, L= 50,00, Ra 1,60"
T, "2141-0603 Різець розточн. з ромб.пл.; Fi=93 град для глух.отв., 32x32, T15K6, ГОСТ 20874-75"
P, "t= 5,00 мм, S= 0,13 мм/об, V= 281,80 м/хв, n= 897 об/хв, N= 0,51 кВт"
E, "Тосн= 0,444 хв; A = 0,23 кВт*хв; C= 2,38 грн"

New **Analiz** **Cancel**

Зарплата 5000 грн
Вартість пристрою 2000 грн

Рис. 2.33 – Скріншот при моделюванні розточування в програмному засобі «Sapr_2020»

Modul_Sobivartist; s.149; Ставка= 5000 грн; Tosn= 0,44 хв; Стійкість= 30,00 хв;
 Зарплата основна= 0,21 грн; Зарплата додаткова= 0,0000 грн; Зарплата повна= 0,21 грн;
 Ціна інструмента= 213,44 грн; Норматив на заточку= 5 хв; Кількість переточок= 3; Витрати на інструмент= 0,97 грн;
 Вартість Верстата= 4755756,75 грн; Амортизаційні витрати= 1,181 грн; Витрати на ремонт= 0,00 грн;
 Потужність верстата= 22,40 кВт; Потужність різання= 0,51 кВт;
 Tosn= 0,444хв; Витрати на електроенергію= 0,00692 грн;
 Вартість пристрою= 2000,00 грн; Витрати на пристрій= 0,009 грн;
 Собівартість переходу= 2,38 грн;

OK

Рис. 2.34. Скріншот результатів визначення собівартості

Далі представлені лістингі опис собівартості і операцій для всіх восьми матеріалу інструменту

Далі подано лістинг файла “Text.txt”:

Etap= E8; Stijk = 30 хв; Поверхня № 2
 О,"Розточити отвір Ф 100Н12, L= 50.00, Ra 1.60"
 Т,"2141-0603 Різець розточн. з ромб.пл.; Fi=93 грд для глух.отв.,
 32х32, Т15К6, ГОСТ 20874-75"
 Р," t= 5.00 мм, S= 0,13 мм/об, V= 281,80 м/хв, n= 897 об/хв, N= 0.51
 кВт"

Е," Tosn= 0.444 хв; А = 0,23 кВт*хв; С= 2,38 грн "
 * Etap= E8; Stijk = 30 хв; Поверхня № 3
 О,"Розточити отвір Ф 100Н12, L= 50.00, Ra 1.60"
 Т,"2141-0603 Різець розточн. з ромб.пл.; Fi=93 грд для глух.отв.,
 32х32, Т30К4, ГОСТ 20874-75"
 Р," t= 5.00 мм, S= 0,13 мм/об, V= 394,58 м/хв, n= 1256 об/хв, N= 0.51
 кВт"

Е," Tosn= 0.317 хв; А = 0,16 кВт*хв; С= 1,70 грн "
 * Etap= E8; Stijk = 30 хв; Поверхня № 4
 О,"Розточити отвір Ф 100Н12, L= 50.00, Ra 1.60"
 Т,"2141-0603 Різець розточн. з ромб.пл.; Fi=93 грд для глух.отв.,
 32х32, Т14К8, ГОСТ 20874-75"
 Р," t= 5.00 мм, S= 0,13 мм/об, V= 225,25 м/хв, n= 717 об/хв, N= 0.51
 кВт"

Е," Tosn= 0.555 хв; А = 0,28 кВт*хв; С= 2,97 грн "
 * Etap= E8; Stijk = 30 хв; Поверхня № 5
 О,"Розточити отвір Ф 100Н12, L= 50.00, Ra 1.60"
 Т,"2141-0603 Різець розточн. з ромб.пл.; Fi=93 грд для глух.отв.,
 32х32, Т5К10, ГОСТ 20874-75"
 Р," t= 5.00 мм, S= 0,13 мм/об, V= 183,15 м/хв, n= 583 об/хв, N= 0.51
 кВт"

E," Тосн= 0.683 хв; A = 0,35 кВт*хв; C= 3,65 грн "
 * Етап= E8; Stijk = 30 хв; Поверхня № 6
 O,"Розточити отвір Ф 100Н12, L= 50.00, Ra 1.60"
 T,"2141-0603 Різець розточн. з ромб.пл.; Fi=93 грд для глух.отв.,
 32х32, ТТ7К12, ГОСТ 20874-75"
 P," t= 5.00 мм, S= 0,13 мм/об, V= 112,78 м/хв, n= 359 об/хв, N= 0.51
 кВт"

E," Тосн= 1.109 хв; A = 0,57 кВт*хв; C= 5,93 грн "
 * Етап= E8; Stijk = 30 хв; Поверхня № 7
 O,"Розточити отвір Ф 100Н12, L= 50.00, Ra 1.60"
 T,"2141-0603 Різець розточн. з ромб.пл.; Fi=93 грд для глух.отв.,
 32х32, ВК8, ГОСТ 20874-75"
 P," t= 5.00 мм, S= 0,13 мм/об, V= 112,78 м/хв, n= 359 об/хв, N= 0.51
 кВт"

E," Тосн= 1.109 хв; A = 0,57 кВт*хв; C= 5,93 грн "
 * Етап= E8; Stijk = 30 хв; Поверхня № 8
 O,"Розточити отвір Ф 100Н12, L= 50.00, Ra 1.60"
 T,"2141-0603 Різець розточн. з ромб.пл.; Fi=93 грд для глух.отв.,
 32х32, Т5К12В, ГОСТ 20874-75"
 P," t= 5.00 мм, S= 0,13 мм/об, V= 98,65 м/хв, n= 314 об/хв, N= 0.51 кВт"

E," Тосн= 1.267 хв; A = 0,65 кВт*хв; C= 6,78 грн "
 * Етап= E8; Stijk = 30 хв; Поверхня № 9
 O,"Розточити отвір Ф 100Н12, L= 50.00, Ra 1.60"
 T,"2141-0603 Різець розточн. з ромб.пл.; Fi=93 грд для глух.отв.,
 32х32, Р18, ГОСТ 20874-75"
 P," t= 5.00 мм, S= 0,13 мм/об, V= 98,65 м/хв, n= 314 об/хв, N= 0.51 кВт"

E," Тосн= 1.267 хв; A = 0,65 кВт*хв; C= 6,78 грн "
 * Етап= E8; Stijk = 30 хв; Поверхня № 10
 O,"Розточити отвір Ф 100Н12, L= 50.00, Ra 1.60"
 T,"2141-0603 Різець розточн. з ромб.пл.; Fi=93 грд для глух.отв.,
 32х32, Р6М5, ГОСТ 20874-75"
 P," t= 5.00 мм, S= 0,13 мм/об, V= 84,51 м/хв, n= 269 об/хв, N= 0.51 кВт"

E," Тосн= 1.479 хв; A = 0,76 кВт*хв; C= 7,91 грн "

"Далі подано лістинг файла "Sobivartis.txt".

E4; напівчисте розточування; ф100Н12; L= 50; IT= 12; Ra= 1,6; t= 5,000мм;
 Поверхня № 2; S= 0,13 мм/об.; V= 281,80 м/хв.

ф Стійкість= 30,00 хв; Тосн= 0,44 хв;

Ставка= 5000 грн; Зарплата основна= 0,21 грн; Зарплата
 додаткова=0,00 грн;
 Зарплата повна= 0,21 грн;
 Ціна інструмента= 213,44 грн; Норматив на заточку= 5 хв; Кількість
 переточок= 3;
 Витрати на інструмент= 0,97 грн;
 Вартість верстата= 4755756,75 грн; Амортизаційні витрати= 1,18 грн;
 Витрати на ремонт= 0,00 грн;
 Потужність верстата= 22,40 кВт; Потужність різання= 0,51 кВт;
 Витрати на електроенергію= 0,00692 грн;
 Вартість пристрою= 2000,00 грн; Витрати на пристрій= 0,01 грн;
 Собівартість переходу= 2,38 грн;
 (E4; напівчисте розточування; ф100Н12; L= 50; IT= 12; Ra= 1,6; t= 5,000мм;
 Поверхня № 3; S= 0,13 мм/об.; V= 394,58 м/хв.

ф Стійкість= 30,00 хв; Tosn= 0,32 хв;
 Ставка= 5000 грн; Зарплата основна= 0,15 грн; Зарплата
 додаткова=0,00 грн;
 Зарплата повна= 0,15 грн;
 Ціна інструмента= 213,44 грн; Норматив на заточку= 5 хв; Кількість
 переточок= 3;
 Витрати на інструмент= 0,69 грн;
 Вартість верстата= 4755756,75 грн; Амортизаційні витрати= 0,84 грн;
 Витрати на ремонт= 0,00 грн;
 Потужність верстата= 22,40 кВт; Потужність різання= 0,51 кВт;
 Витрати на електроенергію= 0,00494 грн;
 Вартість пристрою= 2000,00 грн; Витрати на пристрій= 0,01 грн;
 Собівартість переходу= 1,70 грн;
 (E4; напівчисте розточування; ф100Н12; L= 50; IT= 12; Ra= 1,6; t= 5,000мм;
 Поверхня № 4; S= 0,13 мм/об.; V= 225,25 м/хв.

ф Стійкість= 30,00 хв; Tosn= 0,56 хв;
 Ставка= 5000 грн; Зарплата основна= 0,27 грн; Зарплата
 додаткова=0,00 грн;
 Зарплата повна= 0,27 грн;
 Ціна інструмента= 213,44 грн; Норматив на заточку= 5 хв; Кількість
 переточок= 3;
 Витрати на інструмент= 1,21 грн;
 Вартість верстата= 4755756,75 грн; Амортизаційні витрати= 1,48 грн;
 Витрати на ремонт= 0,00 грн;
 Потужність верстата= 22,40 кВт; Потужність різання= 0,51 кВт;
 Витрати на електроенергію= 0,00865 грн;

Вартість пристрою= 2000,00 грн; Витрати на пристрій= 0,01 грн;
Собівартість переходу= 2,97 грн;

(E4; напівчисте розточування; $\phi 100H12$; $L= 50$; $IT= 12$; $Ra= 1,6$; $t= 5,000\text{мм}$;
Поверхня № 5; $S= 0,13$ мм/об.; $V= 183,15$ м/хв.

ϕ Стійкість= 30,00 хв; $T_{osn}= 0,68$ хв;
Ставка= 5000 грн; Зарплата основна= 0,33 грн; Зарплата
додаткова=0,00 грн;
Зарплата повна= 0,33 грн;
Ціна інструмента= 213,44 грн; Норматив на заточку= 5 хв; Кількість
переточок= 3;
Витрати на інструмент= 1,49 грн;
Вартість верстата= 4755756,75 грн; Амортизаційні витрати= 1,82 грн;
Витрати на ремонт= 0,01 грн;
Потужність верстата= 22,40 кВт; Потужність різання= 0,51 кВт;
Витрати на електроенергію= 0,01064 грн;
Вартість пристрою= 2000,00 грн; Витрати на пристрій= 0,01 грн;
Собівартість переходу= 3,65 грн;

(E4; напівчисте розточування; $\phi 100H12$; $L= 50$; $IT= 12$; $Ra= 1,6$; $t= 5,000\text{мм}$;
Поверхня № 6; $S= 0,13$ мм/об.; $V= 112,78$ м/хв.

ϕ Стійкість= 30,00 хв; $T_{osn}= 1,11$ хв;
Ставка= 5000 грн; Зарплата основна= 0,53 грн; Зарплата
додаткова=0,00 грн;
Зарплата повна= 0,53 грн;
Ціна інструмента= 213,44 грн; Норматив на заточку= 5 хв; Кількість
переточок= 3;
Витрати на інструмент= 2,41 грн;
Вартість верстата= 4755756,75 грн; Амортизаційні витрати= 2,95 грн;
Витрати на ремонт= 0,01 грн;
Потужність верстата= 22,40 кВт; Потужність різання= 0,51 кВт;
Витрати на електроенергію= 0,01728 грн;
Вартість пристрою= 2000,00 грн; Витрати на пристрій= 0,01 грн;
Собівартість переходу= 5,93 грн;

(E4; напівчисте розточування; $\phi 100H12$; $L= 50$; $IT= 12$; $Ra= 1,6$; $t= 5,000\text{мм}$;
Поверхня № 7; $S= 0,13$ мм/об.; $V= 112,78$ м/хв.

ϕ Стійкість= 30,00 хв; $T_{osn}= 1,11$ хв;
Ставка= 5000 грн; Зарплата основна= 0,53 грн; Зарплата
додаткова=0,00 грн;
Зарплата повна= 0,53 грн;
Ціна інструмента= 213,44 грн; Норматив на заточку= 5 хв; Кількість
переточок= 3;

Витрати на інструмент= 2,41 грн;
Вартість верстата= 4755756,75 грн; Амортизаційні витрати= 2,95 грн;
Витрати на ремонт= 0,01 грн;
Потужність верстата= 22,40 кВт; Потужність різання= 0,51 кВт;
Витрати на електроенергію= 0,01728 грн;
Вартість пристрою= 2000,00 грн; Витрати на пристрій= 0,01 грн;
Собівартість переходу= 5,93 грн;

(E4; напівчисте розточування; $\phi 100H12$; $L= 50$; $IT= 12$; $Ra= 1,6$; $t= 5,000$ мм;
Поверхня № 8; $S= 0,13$ мм/об.; $V= 98,65$ м/хв.

ϕ Стійкість= 30,00 хв; $T_{osn}= 1,27$ хв;
Ставка= 5000 грн; Зарплата основна= 0,61 грн; Зарплата
додаткова=0,00 грн;
Зарплата повна= 0,61 грн;
Ціна інструмента= 213,44 грн; Норматив на заточку= 5 хв; Кількість
переточок= 3;

Витрати на інструмент= 2,76 грн;
Вартість верстата= 4755756,75 грн; Амортизаційні витрати= 3,37 грн;
Витрати на ремонт= 0,01 грн;
Потужність верстата= 22,40 кВт; Потужність різання= 0,51 кВт;
Витрати на електроенергію= 0,01976 грн;
Вартість пристрою= 2000,00 грн; Витрати на пристрій= 0,01 грн;
Собівартість переходу= 6,78 грн;

(E4; напівчисте розточування; $\phi 100H12$; $L= 50$; $IT= 12$; $Ra= 1,6$; $t= 5,000$ мм;
Поверхня № 9; $S= 0,13$ мм/об.; $V= 98,65$ м/хв.

ϕ Стійкість= 30,00 хв; $T_{osn}= 1,27$ хв;
Ставка= 5000 грн; Зарплата основна= 0,61 грн; Зарплата
додаткова=0,00 грн;
Зарплата повна= 0,61 грн;
Ціна інструмента= 213,44 грн; Норматив на заточку= 5 хв; Кількість
переточок= 3;

Витрати на інструмент= 2,76 грн;
Вартість верстата= 4755756,75 грн; Амортизаційні витрати= 3,37 грн;
Витрати на ремонт= 0,01 грн;
Потужність верстата= 22,40 кВт; Потужність різання= 0,51 кВт;
Витрати на електроенергію= 0,01976 грн;
Вартість пристрою= 2000,00 грн; Витрати на пристрій= 0,01 грн;
Собівартість переходу= 6,78 грн;

(E4; напівчисте розточування; $\phi 100H12$; $L= 50$; $IT= 12$; $Ra= 1,6$; $t= 5,000$ мм;
Поверхня № 10; $S= 0,13$ мм/об.; $V= 84,51$ м/хв.

ϕ Стійкість= 30,00 хв; $T_{osn}= 1,48$ хв;

Ставка= 5000 грн; Зарплата основна= 0,71 грн; Зарплата
додаткова=0,00 грн;
Зарплата повна= 0,71 грн;
Ціна інструмента= 213,44 грн; Норматив на заточку= 5 хв; Кількість
переточок= 3;
Витрати на інструмент= 3,22 грн;
Вартість верстата= 4755756,75 грн; Амортизаційні витрати= 3,94 грн;
Витрати на ремонт= 0,01 грн;
Потужність верстата= 22,40 кВт; Потужність різання= 0,51 кВт;
Витрати на електроенергію= 0,02306 грн;
Вартість пристрою= 2000,00 грн; Витрати на пристрій= 0,01 грн;
Собівартість переходу= 7,91 грн;

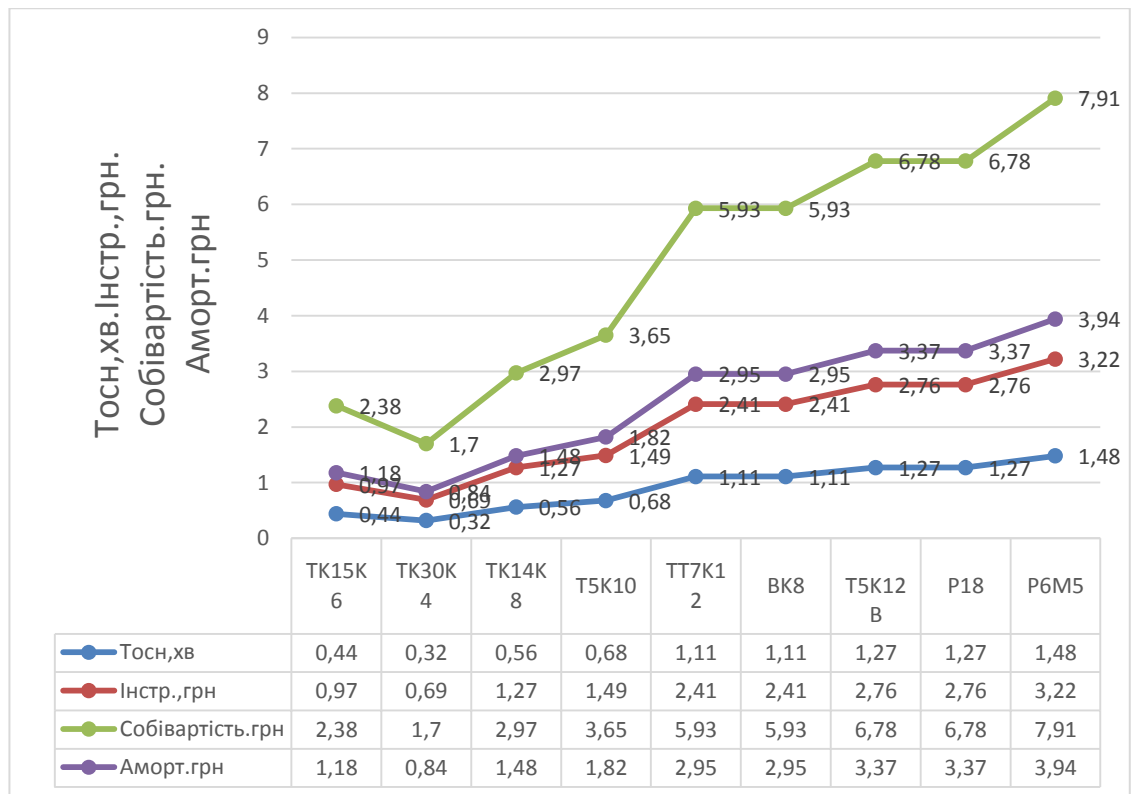


Рис. 2.35. Залежність Тосн і собівартості,амортезації,ціни інструменту від матеріалу ріжучої частини

З діаграми видно що оптимальний матеріал різального інструменту Т30К4



Рис. 2.36. Діаграма структури собівартості (TK30K4)

На діаграмі структури собівартості рис. 2.36. бачимо що на загальному обсягу собівартості найбільш впливає витрати на інструмент та амортизацію.

Висновок: У порівнянні з рекомендованим матеріалом інструменту TK15K6, матеріал інструменту TK30K4 має таку перевагу: трудомісткість зменшується на 28%, витрати на інструмент зменшуються на 29%, витрати на аморти, зменшуються на 29% в порівняння з TK15K6.

2.3.4. Дослідження зміни стійкості різця

Для виконання четвертого дослідження (зміна стійкості інструменту)

Було змодельовано розточування на токарному верстаті з ЧПК моделі HAAS_ST-10Y циліндричної поверхні $\varnothing 100$ довжиною 50 мм з вимогами до шорсткості поверхні Ra2,5 мкм. Матеріал деталі – Сталь 45. Глибина різання становила 5 мм. Використовувався “Різець розточний. з ромб.пл.; $F_i = 93$ град для глух.отв., 32x32, і типорозмір інструмента (32 d_r=75 Dmin=240 L_r=32) ТК30К4

Було виконано 10 варіантів виконання переходу при значеннях стійкості платини різця: 5, 10, 15, 30, 45, 60, 90, 120, 180 240 хв..

На рис. 2.16 подано скріншот при обраному матеріалі інструменту (ТК30К4, Стійкості (5хв))

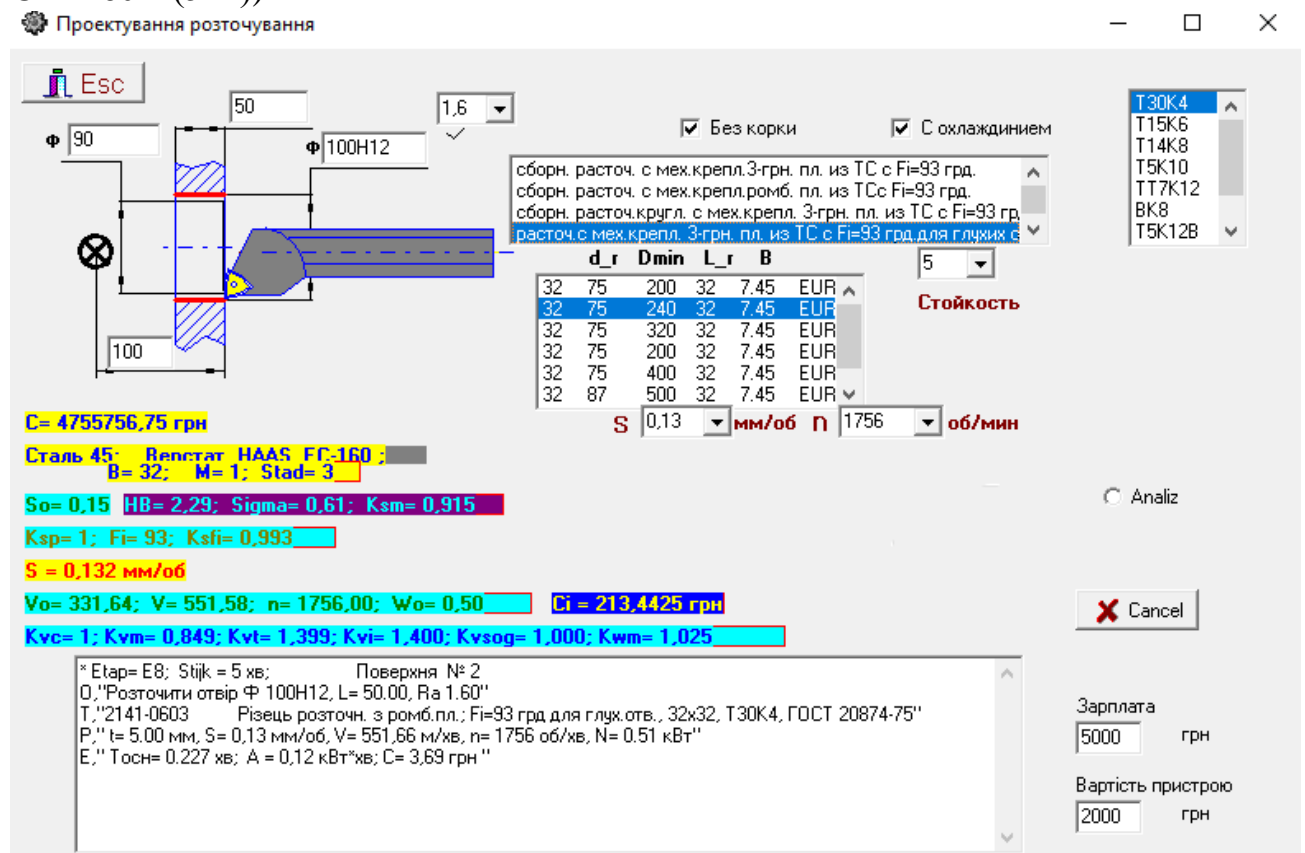


Рис. 2.37 – Скріншот при моделюванні розточування в програмному засобі «Sapr_2020»

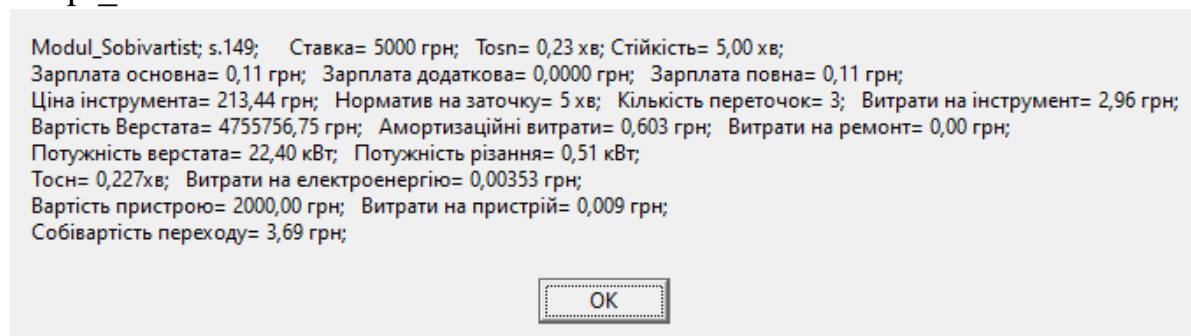


Рис. 2.38. Скріншот результатів визначення собівартості

Далі представлені лісінгі опис собівартості і операцій для всіх восьми матеріалу інструменту

Далі подано лістинг файла "Text.txt":

* Etap= E8; Stijk = 5 хв; Поверхня № 2
О,"Розточити отвір Ф 100Н12, L= 50.00, Ra 1.60"
Т,"2141-0603 Різець розточн. з ромб.пл.; Fi=93 грд для глух.отв.,
32х32, Т30К4, ГОСТ 20874-75"
Р," t= 5.00 мм, S= 0,13 мм/об, V= 551,66 м/хв, n= 1756 об/хв, N= 0.51
кВт"
Е," Тосн= 0.227 хв; А = 0,12 кВт*хв; С= 3,69 грн "
* Etap= E8; Stijk = 10 хв; Поверхня № 3
О,"Розточити отвір Ф 100Н12, L= 50.00, Ra 1.60"
Т,"2141-0603 Різець розточн. з ромб.пл.; Fi=93 грд для глух.отв.,
32х32, Т30К4, ГОСТ 20874-75"
Р," t= 5.00 мм, S= 0,13 мм/об, V= 515,54 м/хв, n= 1641 об/хв, N= 0.51
кВт"
Е," Тосн= 0.243 хв; А = 0,12 кВт*хв; С= 2,36 грн "
* Etap= E8; Stijk = 15 хв; Поверхня № 4
О,"Розточити отвір Ф 100Н12, L= 50.00, Ra 1.60"
Т,"2141-0603 Різець розточн. з ромб.пл.; Fi=93 грд для глух.отв.,
32х32, Т30К4, ГОСТ 20874-75"
Р," t= 5.00 мм, S= 0,13 мм/об, V= 481,92 м/хв, n= 1534 об/хв, N= 0.51
кВт"
Е," Тосн= 0.259 хв; А = 0,13 кВт*хв; С= 1,96 грн "
* Etap= E8; Stijk = 30 хв; Поверхня № 5
О,"Розточити отвір Ф 100Н12, L= 50.00, Ra 1.60"
Т,"2141-0603 Різець розточн. з ромб.пл.; Fi=93 грд для глух.отв.,
32х32, Т30К4, ГОСТ 20874-75"
Р," t= 5.00 мм, S= 0,13 мм/об, V= 394,58 м/хв, n= 1256 об/хв, N= 0.51
кВт"
Е," Тосн= 0.317 хв; А = 0,16 кВт*хв; С= 1,70 грн "
* Etap= E8; Stijk = 45 хв; Поверхня № 6
О,"Розточити отвір Ф 100Н12, L= 50.00, Ra 1.60"
Т,"2141-0603 Різець розточн. з ромб.пл.; Fi=93 грд для глух.отв.,
32х32, Т30К4, ГОСТ 20874-75"
Р," t= 5.00 мм, S= 0,13 мм/об, V= 327,35 м/хв, n= 1042 об/хв, N= 0.51
кВт"
Е," Тосн= 0.382 хв; А = 0,20 кВт*хв; С= 1,77 грн "
* Etap= E8; Stijk = 60 хв; Поверхня № 7
О,"Розточити отвір Ф 100Н12, L= 50.00, Ra 1.60"

Т,"2141-0603 Різець розточн. з ромб.пл.; $F_i=93$ грд для глух.отв.,
32x32, Т30К4, ГОСТ 20874-75"

Р," $t=5.00$ мм, $S=0,13$ мм/об, $V=280,54$ м/хв, $n=893$ об/хв, $N=0.51$
кВт"

Е," $T_{осн}=0.446$ хв; $A=0,23$ кВт*хв; $C=1,90$ грн "

* $E_{тап}=E8$; $St_{ijk}=90$ хв; Поверхня № 8

О,"Розточити отвір $\Phi 100H12$, $L=50.00$, $Ra 1.60$ "

Т,"2141-0603 Різець розточн. з ромб.пл.; $F_i=93$ грд для глух.отв.,
32x32, Т30К4, ГОСТ 20874-75"

Р," $t=5.00$ мм, $S=0,13$ мм/об, $V=247,87$ м/хв, $n=789$ об/хв, $N=0.51$
кВт"

Е," $T_{осн}=0.504$ хв; $A=0,26$ кВт*хв; $C=1,97$ грн "

* $E_{тап}=E8$; $St_{ijk}=120$ хв; Поверхня № 9

О,"Розточити отвір $\Phi 100H12$, $L=50.00$, $Ra 1.60$ "

Т,"2141-0603 Різець розточн. з ромб.пл.; $F_i=93$ грд для глух.отв.,
32x32, Т30К4, ГОСТ 20874-75"

Р," $t=5.00$ мм, $S=0,13$ мм/об, $V=296,57$ м/хв, $n=944$ об/хв, $N=0.51$
кВт"

Е," $T_{осн}=0.422$ хв; $A=0,22$ кВт*хв; $C=1,57$ грн "

* $E_{тап}=E8$; $St_{ijk}=180$ хв; Поверхня № 10

О,"Розточити отвір $\Phi 100H12$, $L=50.00$, $Ra 1.60$ "

Т,"2141-0603 Різець розточн. з ромб.пл.; $F_i=93$ грд для глух.отв.,
32x32, Т30К4, ГОСТ 20874-75"

Р," $t=5.00$ мм, $S=0,13$ мм/об, $V=637,74$ м/хв, $n=2030$ об/хв, $N=0.51$
кВт"

Е," $T_{осн}=0.196$ хв; $A=0,10$ кВт*хв; $C=0,70$ грн "

* $E_{тап}=E8$; $St_{ijk}=240$ хв; Поверхня № 11

О,"Розточити отвір $\Phi 100H12$, $L=50.00$, $Ra 1.60$ "

Т,"2141-0603 Різець розточн. з ромб.пл.; $F_i=93$ грд для глух.отв.,
32x32, Т30К4, ГОСТ 20874-75"

Р," $t=5.00$ мм, $S=0,13$ мм/об, $V=1304,70$ м/хв, $n=4153$ об/хв, $N=0.51$
кВт"

Е," $T_{осн}=0.096$ хв; $A=0,05$ кВт*хв; $C=0,34$ грн "

"Далі подано лістинг файла "Sobivartis.txt".

($E4$; напівчисте розточування; $\Phi 100H12$; $L=50$; $IT=12$; $Ra=1,6$; $t=5,000$ мм;
Поверхня № 2; $S=0,13$ мм/об.; $V=551,66$ м/хв.

Φ Стійкість= $5,00$ хв; $T_{осн}=0,23$ хв;

Ставка= 5000 грн; Зарплата основна= 0,11 грн; Зарплата
додаткова=0,00 грн;
Зарплата повна= 0,11 грн;
Ціна інструмента= 213,44 грн; Норматив на заточку= 5 хв; Кількість
переточок= 3;
Витрати на інструмент= 2,96 грн;
Вартість верстата= 4755756,75 грн; Амортизаційні витрати= 0,60 грн;
Витрати на ремонт= 0,00 грн;
Потужність верстата= 22,40 кВт; Потужність різання= 0,51 кВт;
Витрати на електроенергію= 0,00353 грн;
Вартість пристрою= 2000,00 грн; Витрати на пристрій= 0,01 грн;
Собівартість переходу= 3,69 грн;

(Е4; напівчисте розточування; $\phi 100H12$; $L= 50$; $IT= 12$; $Ra= 1,6$; $t= 5,000\text{мм}$;
Поверхня № 3; $S= 0,13$ мм/об.; $V= 515,54$ м/хв.

ϕ Стійкість= 10,00 хв; $T_{osn}= 0,24$ хв;
Ставка= 5000 грн; Зарплата основна= 0,12 грн; Зарплата
додаткова=0,00 грн;
Зарплата повна= 0,12 грн;
Ціна інструмента= 213,44 грн; Норматив на заточку= 5 хв; Кількість
переточок= 3;
Витрати на інструмент= 1,58 грн;
Вартість верстата= 4755756,75 грн; Амортизаційні витрати= 0,65 грн;
Витрати на ремонт= 0,00 грн;
Потужність верстата= 22,40 кВт; Потужність різання= 0,51 кВт;
Витрати на електроенергію= 0,00378 грн;
Вартість пристрою= 2000,00 грн; Витрати на пристрій= 0,01 грн;
Собівартість переходу= 2,36 грн;

(Е4; напівчисте розточування; $\phi 100H12$; $L= 50$; $IT= 12$; $Ra= 1,6$; $t= 5,000\text{мм}$;
Поверхня № 4; $S= 0,13$ мм/об.; $V= 481,92$ м/хв.

ϕ Стійкість= 15,00 хв; $T_{osn}= 0,26$ хв;
Ставка= 5000 грн; Зарплата основна= 0,12 грн; Зарплата
додаткова=0,00 грн;
Зарплата повна= 0,12 грн;
Ціна інструмента= 213,44 грн; Норматив на заточку= 5 хв; Кількість
переточок= 3;
Витрати на інструмент= 1,13 грн;
Вартість верстата= 4755756,75 грн; Амортизаційні витрати= 0,69 грн;
Витрати на ремонт= 0,00 грн;
Потужність верстата= 22,40 кВт; Потужність різання= 0,51 кВт;
Витрати на електроенергію= 0,00404 грн;

Вартість пристрою= 2000,00 грн; Витрати на пристрій= 0,01 грн;
Собівартість переходу= 1,96 грн;

(E4; напівчисте розточування; $\phi 100H12$; $L= 50$; $IT= 12$; $Ra= 1,6$; $t= 5,000\text{мм}$;
Поверхня № 5; $S= 0,13$ мм/об.; $V= 394,58$ м/хв.

ϕ Стійкість= 30,00 хв; $T_{osn}= 0,32$ хв;
Ставка= 5000 грн; Зарплата основна= 0,15 грн; Зарплата
додаткова=0,00 грн;
Зарплата повна= 0,15 грн;
Ціна інструмента= 213,44 грн; Норматив на заточку= 5 хв; Кількість
переточок= 3;
Витрати на інструмент= 0,69 грн;
Вартість верстата= 4755756,75 грн; Амортизаційні витрати= 0,84 грн;
Витрати на ремонт= 0,00 грн;
Потужність верстата= 22,40 кВт; Потужність різання= 0,51 кВт;
Витрати на електроенергію= 0,00494 грн;
Вартість пристрою= 2000,00 грн; Витрати на пристрій= 0,01 грн;
Собівартість переходу= 1,70 грн;

(E4; напівчисте розточування; $\phi 100H12$; $L= 50$; $IT= 12$; $Ra= 1,6$; $t= 5,000\text{мм}$;
Поверхня № 6; $S= 0,13$ мм/об.; $V= 327,35$ м/хв.

ϕ Стійкість= 45,00 хв; $T_{osn}= 0,38$ хв;
Ставка= 5000 грн; Зарплата основна= 0,18 грн; Зарплата
додаткова=0,00 грн;
Зарплата повна= 0,18 грн;
Ціна інструмента= 213,44 грн; Норматив на заточку= 5 хв; Кількість
переточок= 3;
Витрати на інструмент= 0,55 грн;
Вартість верстата= 4755756,75 грн; Амортизаційні витрати= 1,02 грн;
Витрати на ремонт= 0,00 грн;
Потужність верстата= 22,40 кВт; Потужність різання= 0,51 кВт;
Витрати на електроенергію= 0,00595 грн;
Вартість пристрою= 2000,00 грн; Витрати на пристрій= 0,01 грн;
Собівартість переходу= 1,77 грн;

(E4; напівчисте розточування; $\phi 100H12$; $L= 50$; $IT= 12$; $Ra= 1,6$; $t= 5,000\text{мм}$;
Поверхня № 7; $S= 0,13$ мм/об.; $V= 280,54$ м/хв.

ϕ Стійкість= 60,00 хв; $T_{osn}= 0,45$ хв;
Ставка= 5000 грн; Зарплата основна= 0,21 грн; Зарплата
додаткова=0,00 грн;
Зарплата повна= 0,21 грн;

Ціна інструмента= 213,44 грн; Норматив на заточку= 5 хв; Кількість переточок= 3;

Витрати на інструмент= 0,49 грн;
Вартість верстата= 4755756,75 грн; Амортизаційні витрати= 1,19 грн;
Витрати на ремонт= 0,00 грн;
Потужність верстата= 22,40 кВт; Потужність різання= 0,51 кВт;
Витрати на електроенергію= 0,00695 грн;
Вартість пристрою= 2000,00 грн; Витрати на пристрій= 0,01 грн;
Собівартість переходу= 1,90 грн;

(E4; напівчисте розточування; $\phi 100H12$; L= 50; IT= 12; Ra= 1,6; t= 5,000мм;
Поверхня № 8; S= 0,13 мм/об.; V= 247,87 м/хв.

ϕ Стійкість= 90,00 хв; Tosn= 0,50 хв;
Ставка= 5000 грн; Зарплата основна= 0,24 грн; Зарплата
додаткова=0,00 грн;
Зарплата повна= 0,24 грн;
Ціна інструмента= 213,44 грн; Норматив на заточку= 5 хв; Кількість
переточок= 3;
Витрати на інструмент= 0,37 грн;
Вартість верстата= 4755756,75 грн; Амортизаційні витрати= 1,34 грн;
Витрати на ремонт= 0,00 грн;
Потужність верстата= 22,40 кВт; Потужність різання= 0,51 кВт;
Витрати на електроенергію= 0,00786 грн;
Вартість пристрою= 2000,00 грн; Витрати на пристрій= 0,01 грн;
Собівартість переходу= 1,97 грн;

(E4; напівчисте розточування; $\phi 100H12$; L= 50; IT= 12; Ra= 1,6; t= 5,000мм;
Поверхня № 9; S= 0,13 мм/об.; V= 296,57 м/хв.

ϕ Стійкість= 120,00 хв; Tosn= 0,42 хв;
Ставка= 5000 грн; Зарплата основна= 0,20 грн; Зарплата
додаткова=0,00 грн;
Зарплата повна= 0,20 грн;
Ціна інструмента= 213,44 грн; Норматив на заточку= 5 хв; Кількість
переточок= 3;
Витрати на інструмент= 0,23 грн;
Вартість верстата= 4755756,75 грн; Амортизаційні витрати= 1,12 грн;
Витрати на ремонт= 0,00 грн;
Потужність верстата= 22,40 кВт; Потужність різання= 0,51 кВт;
Витрати на електроенергію= 0,00657 грн;
Вартість пристрою= 2000,00 грн; Витрати на пристрій= 0,01 грн;
Собівартість переходу= 1,57 грн;

(E4; напівчисте розточування; $\phi 100H12$; $L= 50$; $IT= 12$; $Ra= 1,6$; $t= 5,000\text{мм}$; Поверхня № 10; $S= 0,13 \text{ мм/об.}$; $V= 637,74 \text{ м/хв.}$

ϕ Стійкість= 180,00 хв; $T_{osn}= 0,20 \text{ хв}$;
Ставка= 5000 грн; Зарплата основна= 0,09 грн; Зарплата
додаткова=0,00 грн;
Зарплата повна= 0,09 грн;
Ціна інструмента= 213,44 грн; Норматив на заточку= 5 хв; Кількість
переточок= 3;
Витрати на інструмент= 0,07 грн;
Вартість верстата= 4755756,75 грн; Амортизаційні витрати= 0,52 грн;
Витрати на ремонт= 0,00 грн;
Потужність верстата= 22,40 кВт; Потужність різання= 0,51 кВт;
Витрати на електроенергію= 0,00306 грн;
Вартість пристрою= 2000,00 грн; Витрати на пристрій= 0,01 грн;
Собівартість переходу= 0,70 грн;

(E4; напівчисте розточування; $\phi 100H12$; $L= 50$; $IT= 12$; $Ra= 1,6$; $t= 5,000\text{мм}$; Поверхня № 11; $S= 0,13 \text{ мм/об.}$; $V= 1304,70 \text{ м/хв.}$

ϕ Стійкість= 240,00 хв; $T_{osn}= 0,10 \text{ хв}$;
Ставка= 5000 грн; Зарплата основна= 0,05 грн; Зарплата
додаткова=0,00 грн;
Зарплата повна= 0,05 грн;
Ціна інструмента= 213,44 грн; Норматив на заточку= 5 хв; Кількість
переточок= 3;
Витрати на інструмент= 0,03 грн;
Вартість верстата= 4755756,75 грн; Амортизаційні витрати= 0,26 грн;
Витрати на ремонт= 0,00 грн;
Потужність верстата= 22,40 кВт; Потужність різання= 0,51 кВт;
Витрати на електроенергію= 0,00149 грн;
Вартість пристрою= 2000,00 грн; Витрати на пристрій= 0,01 грн;
Собівартість переходу= 0,34 грн;

На рис. 2.18 приведена діаграма залежностей собівартості переходу та основної складової норми часу в діапазоні 5 – 240 хв.

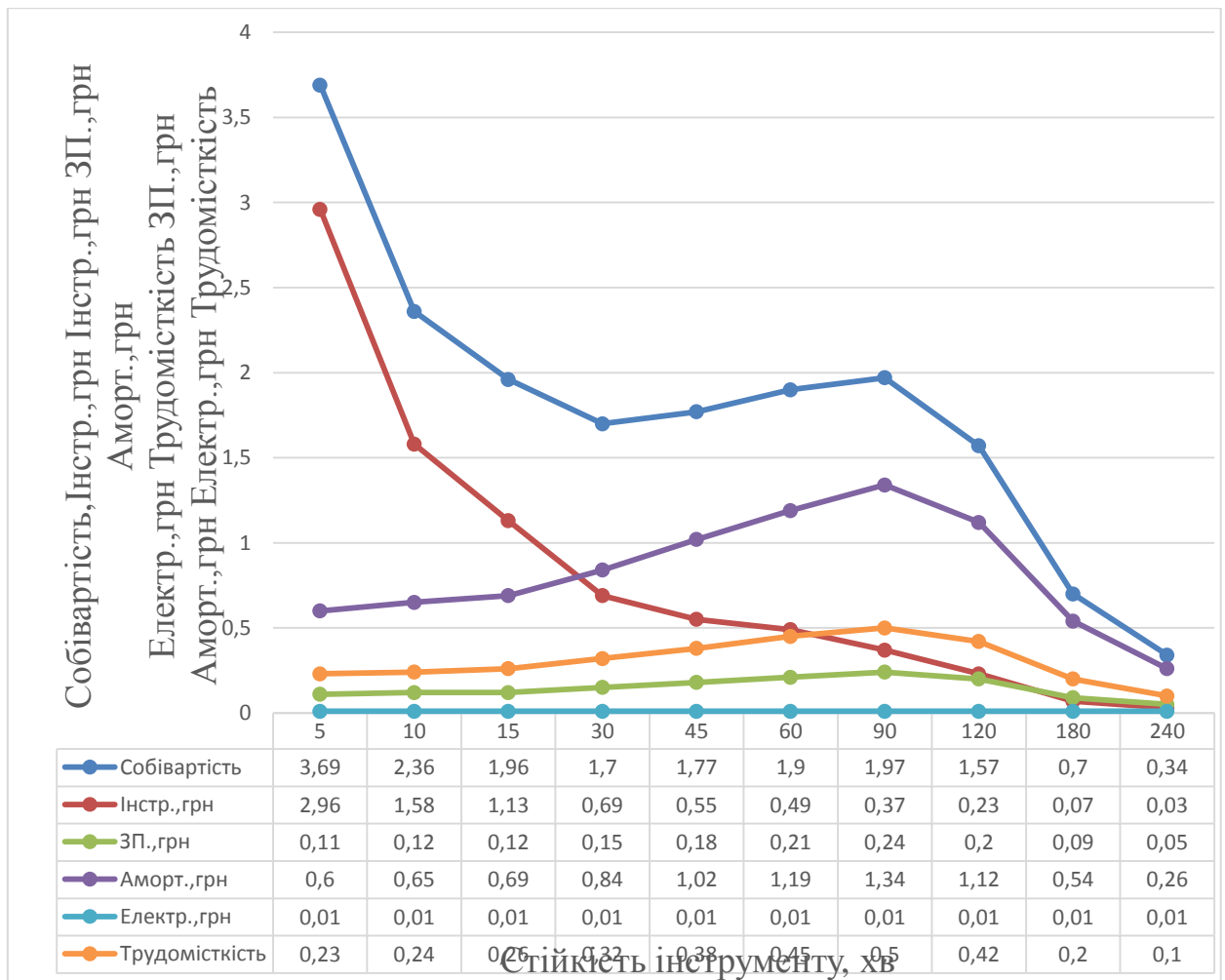


Рис. 2.39. – Діаграма залежностей собівартості переходу, основної складової норми часу та складових собівартості – витрат на зарплату, на ріжучий інструмент, амортизацію, електроенергію від заданої стійкості різця

На рис. 2.40. секторна діаграма, відображує складові собівартості переходу при стійкості інструменту 5хв.

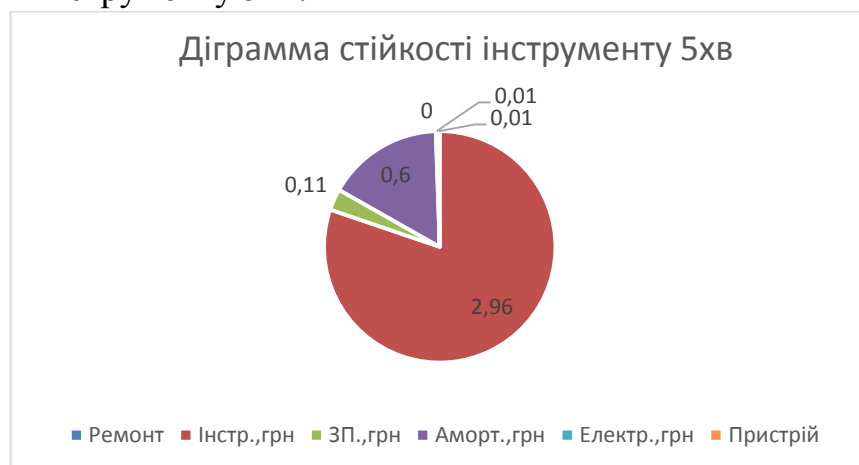


Рис. 2.40 – Структура собівартості при стійкості 5 хв

На рис. 2.41 секторна діаграма, відображує складові собівартості переходу при стійкості інструменту 240хв.

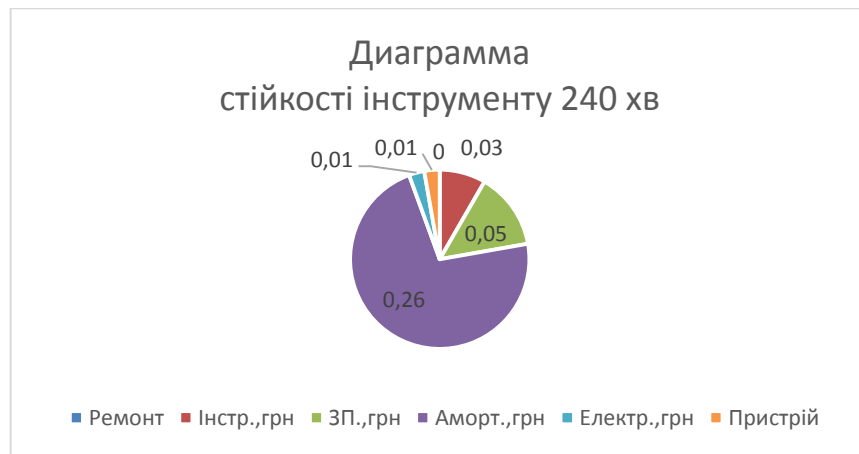


Рис. 2.41 – Структура собівартості при стійкості 240 хв

Висновок: Аналіз результатів каже, що кращий варіант буде при стійкості 240 хв. Можна зробити висновок, що трудомісткість буде найменшою при 240хв значеннях стійкості. Потужність різання менше при найбільших значеннях стійкості. При цьому, якщо коефіцієнт підвищення стійкості від 5 хв до 240 хв складає 48, то трудомісткість спочатку зростає від 0,23 хв до 0,5 хв, а потім спадає до 0,1хв, тобто зростає тільки в 2,1 рази і спадає в 2,3 рази. Аналіз складових собівартості при стійкості 5 хв свідчать, що найбільші витрати складають витрати на інструмент а при стійкості 240 хв свідчать що найбільші витрати складають витрати на інструмент та на амортизаційні витрати і повну заплату.

Загальний висновок: Провівши дослідження по механічній обробці, були обрані оптимальні режими для розточування на фрезерному верстаті, які дають найкращі показники собівартості і трудомісткості. Для розточування на фрезерному верстаті обрано такі параметри: “Різець розточний. з ромб.пл.; $F_i = 93$ грд для глух.отв., 32x32, T15K6, ГОСТ 20874-75” типорозмір (32 d_r=75 D_{min}=240 L_r=32), матеріал інструменту ТК30K4, та стійкість 240хв. Всі ці параметри покращили показники собівартості і трудомісткості, а саме трудомісткість зменшилася з 0,87 до 0,1 тобто зменшилася в 8,7 разів, а собівартість зменшилася з 5,27 до 0,34 тобто зменшилася в 15,4 разів.

2.4. Дослідження можливостей покращення економічних показників при фрезеруванні отворів кінцевими фрезами

2.4.1. Дослідження впливу конструкції фрези

Мета: Перевірка можливостей параметризації для покращення економічних показників переходів оброблення циліндричних отворів .

Об'єкт дослідження: Обробка кінцевими фрезами на фрезерному верстаті HAAS_EC-1600 Ø100H12, Ra1,6

Предмет дослідження: Залежності продуктивності та собівартості при виконанні заданого переходу від значень варіативних параметрів інформаційної моделі переходу.

Вихідні данні:

Деталь:

Назва – Корпус.

Матеріал – Сталь45 (170...179 HB).

Точність обробки поверхні – H12.

Параметри шорсткості обробленої поверхні: Ra=1.6 мкм.

Станок HAAS_EC-1600;

Глибина різання – t=5 мм;

Довжина отвору = 50мм;

Для виконання першого дослідження (зміна конструкції інструменту)

Для проведення дослідів використовуємо 3 інструменти

1. Насадная коронка быс.режущая, Ф75.0, Z=22, T5K10, DIN 138
2. С цил.хвост.быс.режущие короткая, Ф1.5, Z=4, P6M3, DIN 1835
3. Фреза конц. с кон. хвост. б.р. длинная, Ф3.0, Z=4, P6M3, DIN 1835

Було змодельовано обробка кінцевими фрезами на фрезерному верстаті з ЧПК моделі HAAS_EC-1600 циліндричної поверхні Ø100 довжиною 50 мм з вимогами до шорсткості поверхні Ra1,6 мкм

Використовуємо параметри які рекомендує Sapr_2020.

Починаємо дослідження з рекомендованою програмою конструкції інструменту ("220530 0007 Насадная коронка быс.режущая, Ф75.0, Z=22, T5K10, DIN 138")

На рис. 2.42. подано скріншот при обраному інструменті," 220530 0007 Насадная коронка быс.режущая, Ф75.0, Z=22, T5K10, DIN 138"



Рис. 2.45. Скріншот результатів визначення режимів різання при обраному інструменті "220530 0007 Насадная коронка быс.режущая, Ф75.0, Z=22, T5K10, DIN 138

На рис. 2.46. подано скріншот при обраному інструменті, "220501 0015 С цил.хвост.быс.режущие короткая, Ф1.5, Z=4, P6M3, DIN 1835 B"

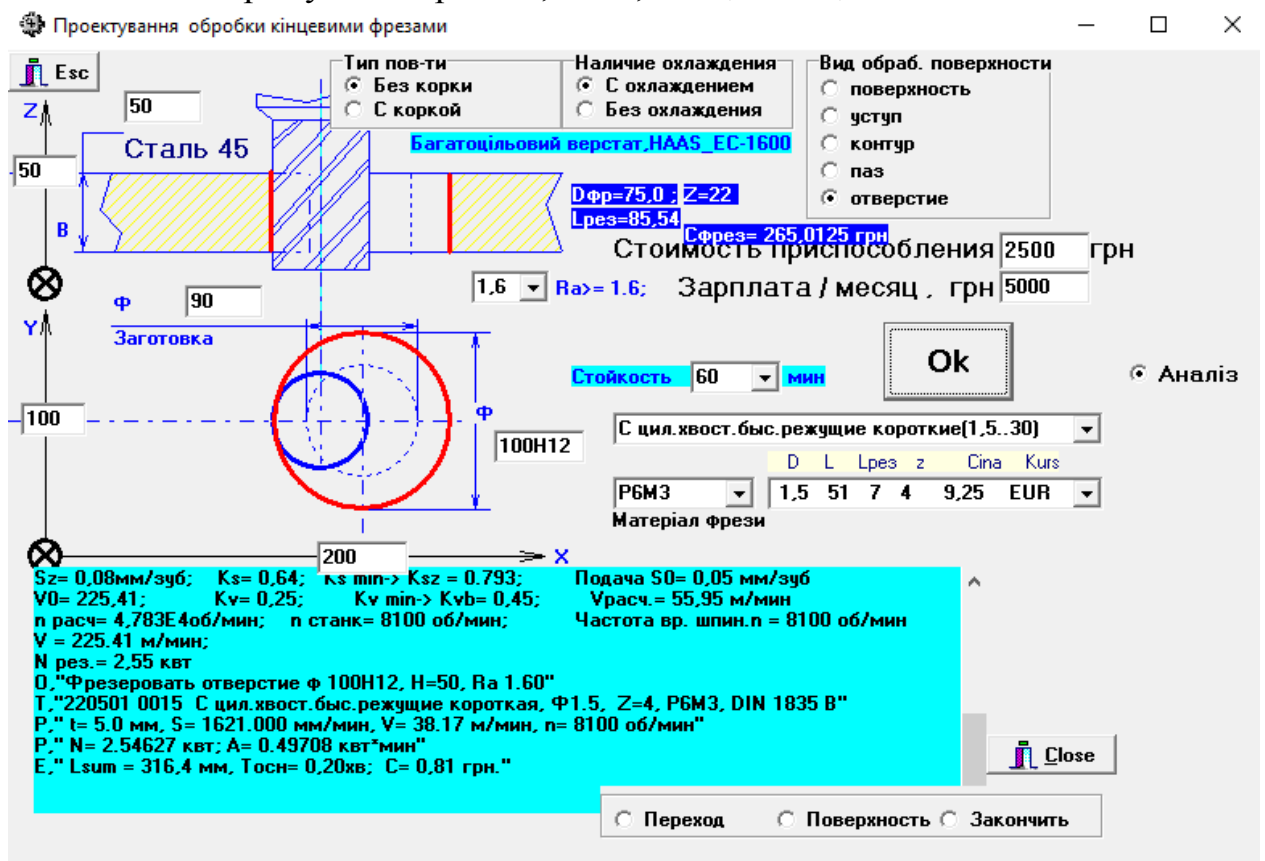


Рис. 2.46. – Скріншот при моделюванні розточування в програмному засобі «Sapr_2020»

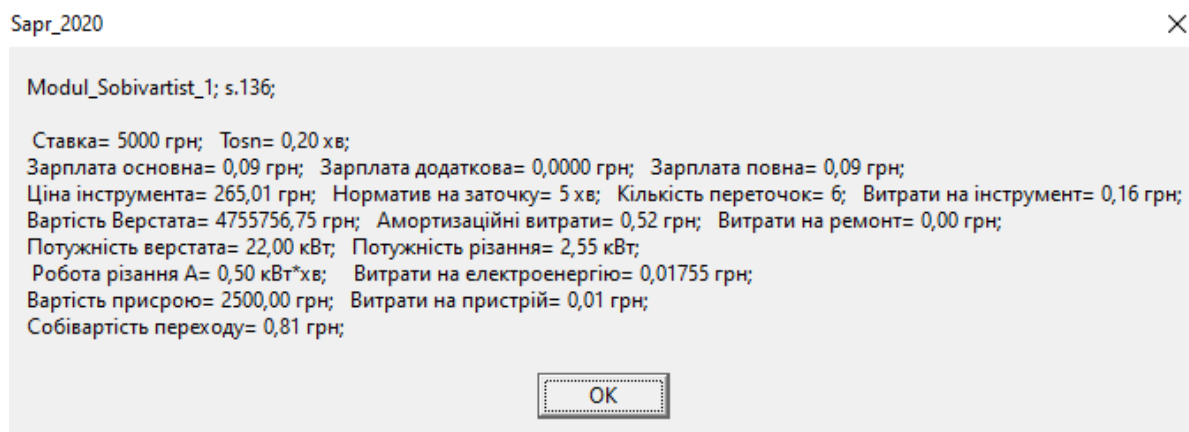


Рис. 2.47. Скріншот результатів визначення собівартості при обраному інструменті "220501 0015 С цил.хвост.быс.режущие короткая, Φ1.5, Z=4, P6M3, DIN 1835 B"

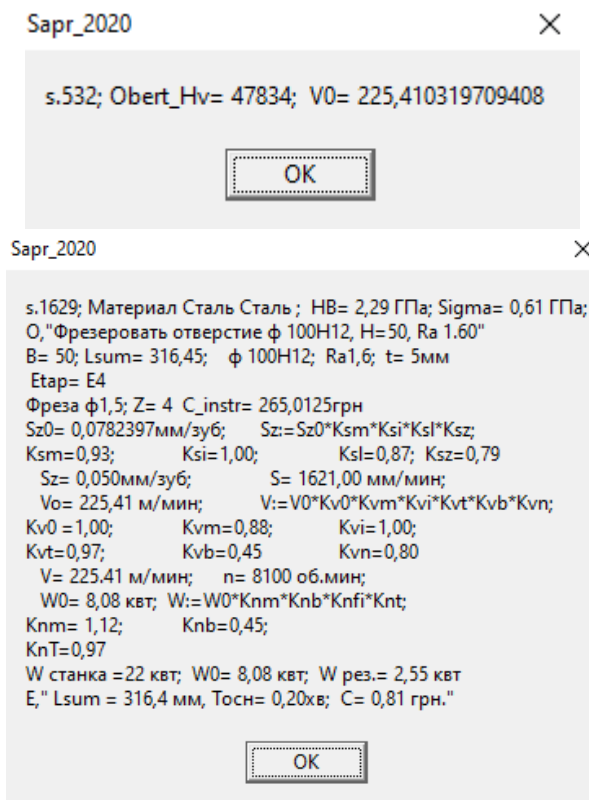


Рис. 2.48. Скріншот результатів визначення режимів різання при обраному інструменті "220501 0015 С цил.хвост.быс.режущие короткая, Φ1.5, Z=4, P6M3, DIN 1835 B"

Проективання обробки кінцевими фрезами

Esc

Тип пов-ти

- ☒ Без корки
- ☐ С коркой

Наличие охлаждения

- ☒ С охлаждением
- ☐ Без охлаждения

Вид обраб. поверхности

- ☐ поверхность
- ☐ уступ
- ☐ контур
- ☐ паз
- ☒ отверстие

Сталь 45

Багатоцільовий верстат, HAAS EC-1600

Dфр=75.0 ; Z=22

Lрез=85.54

Сфрез= 391.0725 грн

Стоимость приспособления 2500 грн

Зарплата / месяц, грн 5000

Ф 90

Заготовка

100H12

Стойкость 60 мин

Ok

Анализ

С кон.хвост.б.с.режущие длинные[3..20]

D L Lрез z Cна Kurs

P6M3 3.0 56 12 4 13.65 EUR

Материал фрезы

200 X

Sz= 0,08мм/зуб; Ks= 0,66; Ks min-> Ksz= 0.793; V0= 225,41; Kv= 0,30; Kv min-> Kvb= 0,54; n расч= 2,392E4об/мин; n станк= 8100 об/мин; V= 225.41 м/мин; N рез.= 3,04 кВт

Подача S0= 0,05 мм/зуб

Урасч.= 66,72 м/мин

Частота вр. шпин. n = 8100 об/мин

0."Фрезеровать отверстие Ф 100H12, H=50, Ra 1.60"

T."220515 0030 Фреза конц. с кон. хвост. б.р. длинная, Ф3.0, Z=4, P6M3, DIN 1835 B"

P." l= 5.0 мм, S= 1675.000 мм/мин, V= 76.34 м/мин, n= 8100 об/мин"

P." N= 3.03645 кВт; A= 0.56511 кВт*мин"

E." Lsum = 311,7 мм, Tосн= 0,19хв; C= 0,75 грн."

Close

Переход Поверхность Закончить

Modul_Sobivartist_1; s.136;

Ставка= 5000 грн; Tosn= 0,19 хв;
Зарплата основна= 0,09 грн; Зарплата додаткова= 0,0000 грн; Зарплата повна= 0,09 грн;
Ціна інструмента= 391,07 грн; Норматив на заточку= 5 хв; Кількість переточок= 10; Витрати на інструмент= 0,14 грн;
Вартість Верстата= 4755756,75 грн; Амортизаційні витрати= 0,50 грн; Витрати на ремонт= 0,00 грн;
Потужність верстата= 22,00 кВт; Потужність різання= 3,04 кВт;
Робота різання A= 0,57 кВт*хв; Витрати на електроенергію= 0,01403 грн;
Вартість присрою= 2500,00 грн; Витрати на пристрій= 0,01 грн;
Собівартість переходу= 0,75 грн;

OK

87

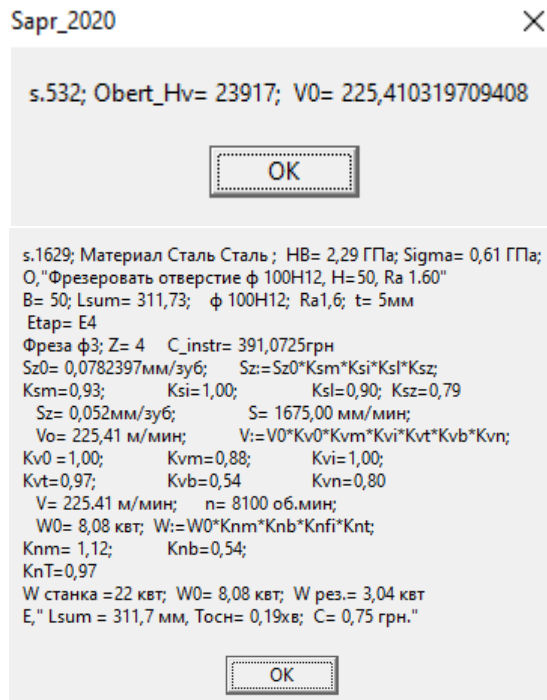


Рис.2.51. Скріншот результатів визначення режимів різання при обраному інструменті, "220515 0030 Фреза конц. с кон. хвост. б.р. длинная, Ф3.0, Z=4, P6M3, DIN 1835 B"

Далі представлені лісінгі опис собівартості і операцій для всіх чотирьох інструментів

Далі подано лістинг файла "Text.txt":

В,"4230 Програмна . ИОТ 68"
Д,"Багатоцільовий верстат HAAS_EC-1600"
* Фрезеровать отверстие
О,"Фрезеровать отверстие ф 100H12, Н=50, Ra 1.60"
Т,"220530 0007 Насадная коронка быс.режущая, Ф75.0, Z=22, Т5К10, DIN 138"
Р," t= 5.0 мм, S= 44.000 мм/мин, V= 31.80 м/мин, n= 88 об/мин"
Р," N= 14.47675 кВт; A= 28.14406 кВт*мин"
Е," Lsum = 85,5 мм, Тосн= 1,94хв; C= 20,08 грн."
* Фрезеровать отверстие
О,"Фрезеровать отверстие ф 100H12, Н=50, Ra 1.60"
Т,"220501 0015 С цил.хвост.быс.режущие короткая, Ф1.5, Z=4, P6M3, DIN 1835 B"
Р," t= 5.0 мм, S= 1621.000 мм/мин, V= 38.17 м/мин, n= 8100 об/мин"
Р," N= 2.54627 кВт; A= 0.49708 кВт*мин"
Е," Lsum = 316,4 мм, Тосн= 0,20хв; C= 0,81 грн."
* Фрезеровать отверстие

О,"Фрезеровать отверстие ф 100Н12, Н=50, Ra 1.60"
Т,"220515 0030 Фреза конц. с кон. хвост. б.р. длинная, Ф3.0, Z=4,
Р6М3, DIN 1835 В"
Р," t= 5.0 мм, S= 1675.000 мм/мин, V= 76.34 м/мин, n= 8100 об/мин"
Р," N= 3.03645 кВт; A= 0.56511 кВт*мин"
Е," Lsum = 311,7 мм, Tosn= 0,19хв; C= 0,75 грн."

"Далі подано лістинг файла "Sobivartis.txt":

Freza ф; Стійкість= 60,00 хв; Tosn= 1,94 хв;

Ставка= 5000 грн; Зарплата основна= 0,93 грн; Зарплата
додаткова=0,00 грн;
Зарплата повна= 0,93 грн;
Ціна інструмента= 8206,79 грн; Норматив на заточку= 5 хв; Кількість
переточок= 22;
Витрати на інструмент= 13,92 грн;
Вартість верстата= 4755756,75 грн; Амортизаційні витрати= 5,18 грн;
Витрати на ремонт= 0,02 грн;
Потужність верстата= 22,00 кВт; Потужність різання= 14,48 кВт;
Витрати на електроенергію= 0,03075 грн;
Вартість присрою= 2500,00 грн; Витрати на пристрій= 0,01 грн;
Собівартість переходу= 20,08 грн;

Freza ф; Стійкість= 60,00 хв; Tosn= 0,20 хв;

Ставка= 5000 грн; Зарплата основна= 0,09 грн; Зарплата
додаткова=0,00 грн;
Зарплата повна= 0,09 грн;
Ціна інструмента= 265,01 грн; Норматив на заточку= 5 хв; Кількість
переточок= 6;
Витрати на інструмент= 0,16 грн;
Вартість верстата= 4755756,75 грн; Амортизаційні витрати= 0,52 грн;
Витрати на ремонт= 0,00 грн;
Потужність верстата= 22,00 кВт; Потужність різання= 2,55 кВт;
Витрати на електроенергію= 0,01755 грн;
Вартість присрою= 2500,00 грн; Витрати на пристрій= 0,01 грн;
Собівартість переходу= 0,81 грн;
Freza ф; Стійкість= 60,00 хв; Tosn= 0,19 хв;

Ставка= 5000 грн; Зарплата основна= 0,09 грн; Зарплата додаткова=0,00 грн;
 Зарплата повна= 0,09 грн;
 Ціна інструмента= 391,07 грн; Норматив на заточку= 5 хв; Кількість переточок= 10;
 Витрати на інструмент= 0,14 грн;
 Вартість верстата= 4755756,75 грн; Амортизаційні витрати= 0,50 грн;
 Витрати на ремонт= 0,00 грн;
 Потужність верстата= 22,00 кВт; Потужність різання= 3,04 кВт;
 Витрати на електроенергію= 0,01403 грн;
 Вартість присрою= 2500,00 грн; Витрати на пристрій= 0,01 грн;
 Собівартість переходу= 0,75 грн;

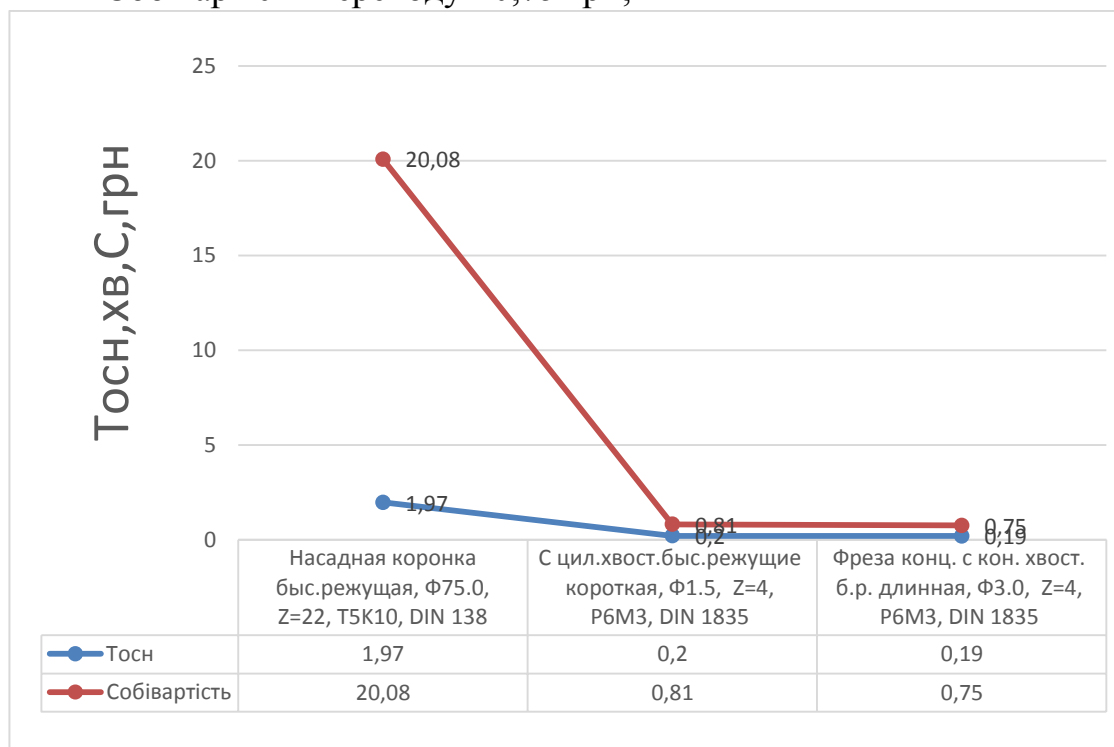


Рис.2.52. Вплив конфігурації інструменту на собівартість та час.

З діаграми ми можемо зробити висновок, що мінімальна собівартість і витраті часу будуть при використанні “Фреза конц. с кон. хвост. б.р. длинная, Ф3.0, Z=4, Р6М3, DIN 1835 ” А також порівняння з рекомендованим програмою “Насадная коронка быс.режущая, Ф75.0, Z=22, Т5К10, DIN 138” собівартість зменшується з 20,08 до 0,75 тобто на зменшилася в 26,7 разів а трудомісткість зменшується з 1,97 до 0,19 тобто на тобто на зменшилася в 10,3 разів.

Висновок: Обираємо для наступних досліджень “Фреза конц. с кон. хвост. б.р. длинная, Z=4, Р6М3, DIN 1835 ” так як він показує кращі показники по собівартості і трудомісткості.

2.4.2. Дослідження впливу діаметра фрези

Для виконання другого дослідження (зміна розмірів інструменту)

Для проведення дослідів обрані наступні розміри інструменту

1. D= 3,0 L=56, Lpe3=12, z=4,
2. D= 4,0 L=62, Lpe3=19, z=4,
3. D= 5,0 L=68, Lpe3=24, z=4,
4. D= 6,0 L=62, Lpe3=24, z=4,
5. D= 8,0 L=88, Lpe3=38, z=4,
6. D= 10,0 L=95, Lpe3=45, z=4,
7. D= 12,0 L=110, Lpe3=53, z=4,
8. D= 14,0 L=110, Lpe3=53, z=4,
9. D= 16,0 L=123, Lpe3=63, z=4,
- 10.D= 18,0 L=110, Lpe3=63, z=4,
- 11.D= 20,0 L=141, Lpe3=75, z=4,

Було змодельовано обробка кінцевими фрезами на фрезерному верстаті з ЧПК моделі HAAS_EC-1600 циліндричної поверхні $\varnothing 100$ довжиною 50 мм з вимогами до шорсткості поверхні Ra1,6 мкм. А також обрана конструкції фрези “ Фреза конц. с кон. хвост. б.р. длинная, Z=4, P6M3, DIN 1835 ” Використовуємо параметри які рекомендує Sapr_2020 а саме значення стійкості платини різця: 30хв, матеріал інструменту P6M3.

Починаємо дослідження с рекомендованого параметру розміра(32 d_r=75 Dmin=240 L_r=32)

На рис. 2.53. подано скріншот при обраному інструменті , " Фреза конц. с кон. хвост. б.р. длинная, Z=4, P6M3, DIN 1835"

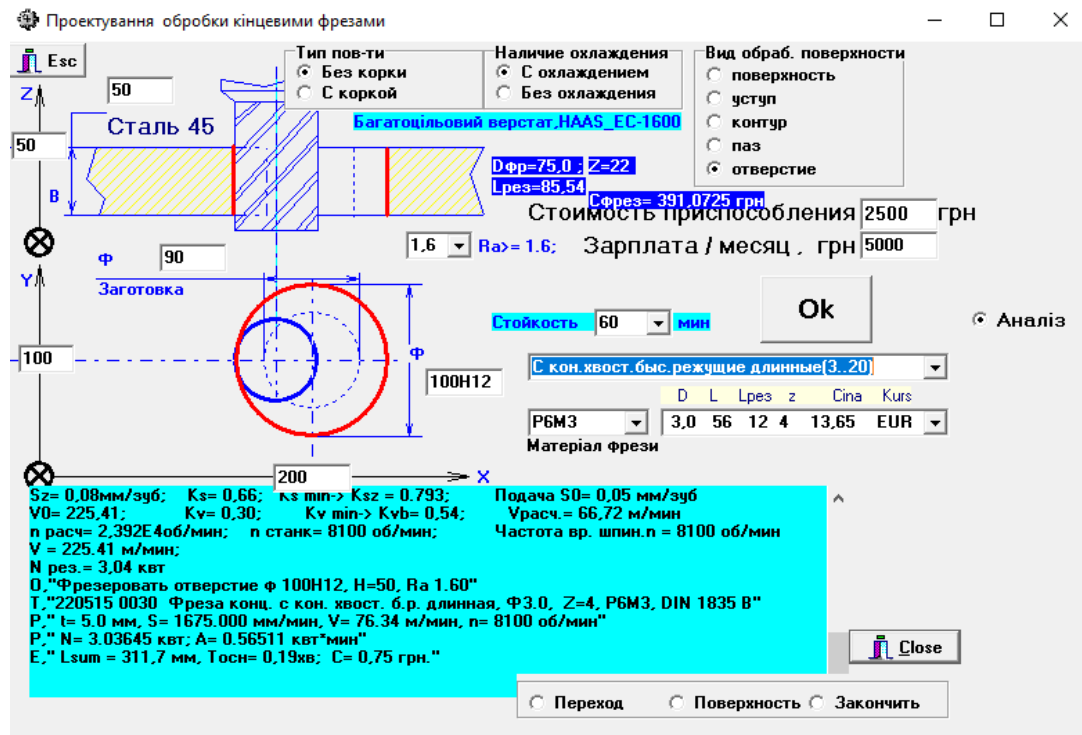


Рис. 2.53 – Скріншот при моделюванні розточування в програмному засобі «Sapr 2020»

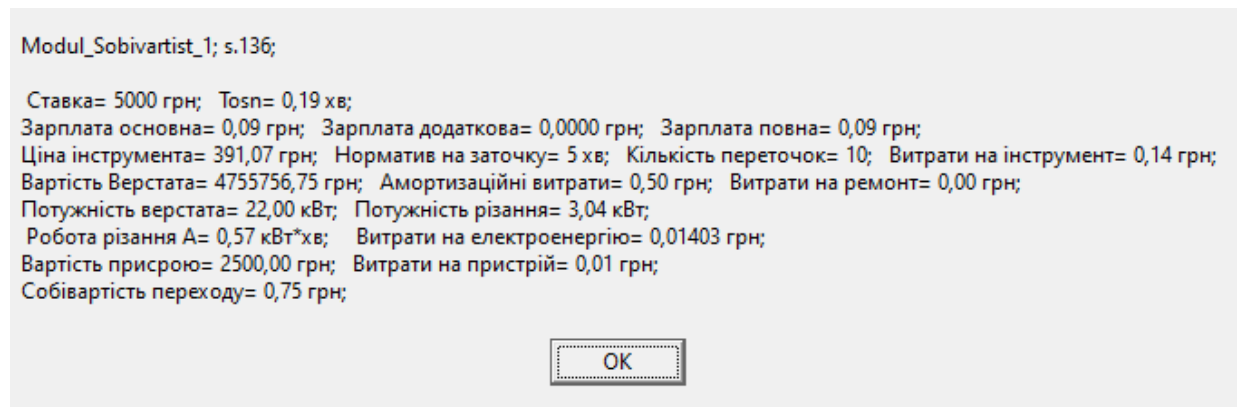


Рис.2.54. Скріншот результатів визначення собівартості при обраному інструменті,"220515 0030 Фреза конц. с кон. хвост. б.р. длинная, Ф3.0, Z=4, Р6М3, DIN 1835 В"



Рис.2.55. Скріншот результатів визначення режимів різання при обраному інструменті,"220515 0030 Фреза конц. с кон. хвост. б.р. длинная, Ф3.0, Z=4, Р6М3, DIN 1835 В"

Далі представлені лісінгі опис собівартості і операцій для всіх шести інструментів

Далі подано лістинг файла "Text.txt":

В,"4230 Програмна . ИОТ 68"
Д,"Багатоцільовий верстат HAAS_EC-1600"
* Фрезеровать отверстие
О,"Фрезеровать отверстие ф 100H12, Н=50, Ra 1.60"
Т,"220515 0030 Фреза конц. с кон. хвост. б.р. длинная, Ф3.0, Z=4,
Р6М3, DIN 1835 В"
Р," t= 5.0 мм, S= 1675.000 мм/мин, V= 76.34 м/мин, n= 8100 об/мин"

P," N= 3.03645 кВт; A= 0.56511 кВт*мин"
 E," Lsum = 311,7 мм, Тосн= 0,19хв; C= 0,75 грн."
 * Фрезеровать отверстие
 O,"Фрезеровать отверстие ф 100Н12, Н=50, Ra 1.60"
 Т,"220515 0040 Фреза конц. с кон. хвост. б.р. длинная, Ф4.0, Z=4,
 Р6МЗ, DIN 1835 В"
 P," t= 5.0 мм, S= 1615.000 мм/мин, V= 101.79 м/мин, n= 8100 об/мин"
 P," N= 3.26664 кВт; A= 0.62419 кВт*мин"
 E," Lsum = 308,6 мм, Тосн= 0,19хв; C= 0,72 грн."
 * Фрезеровать отверстие
 O,"Фрезеровать отверстие ф 100Н12, Н=50, Ra 1.60"
 Т,"220515 0050 Фреза конц. с кон. хвост. б.р. длинная, Ф5.0, Z=4,
 Р6МЗ, DIN 1835 В"
 P," t= 5.0 мм, S= 1773.000 мм/мин, V= 127.23 м/мин, n= 8100 об/мин"
 P," N= 3.49936 кВт; A= 0.60287 кВт*мин"
 E," Lsum = 305,5 мм, Тосн= 0,17хв; C= 0,63 грн."
 * Фрезеровать отверстие
 O,"Фрезеровать отверстие ф 100Н12, Н=50, Ra 1.60"
 Т,"220515 0060 Фреза конц. с кон. хвост. б.р. длинная, Ф6.0, Z=4,
 Р6МЗ, DIN 1835 В"
 P," t= 5.0 мм, S= 1842.000 мм/мин, V= 152.68 м/мин, n= 8100 об/мин"
 P," N= 3.66522 кВт; A= 0.60154 кВт*мин"
 E," Lsum = 302,3 мм, Тосн= 0,16хв; C= 0,60 грн."
 * Фрезеровать отверстие
 O,"Фрезеровать отверстие ф 100Н12, Н=50, Ra 1.60"
 Т,"220515 0080 Фреза конц. с кон. хвост. б.р. длинная, Ф8.0, Z=4,
 Р6МЗ, DIN 1835 В"
 P," t= 5.0 мм, S= 193.000 мм/мин, V= 16.25 м/мин, n= 1703 об/мин"
 P," N= 1.53163 кВт; A= 2.34923 кВт*мин"
 E," Lsum = 296,0 мм, Тосн= 1,53хв; C= 5,60 грн."
 * Фрезеровать отверстие
 O,"Фрезеровать отверстие ф 100Н12, Н=50, Ra 1.60"
 Т,"220515 0100 Фреза конц. с кон. хвост. б.р. длинная, Ф10.0, Z=4,
 Р6МЗ, DIN 1835 В"
 P," t= 5.0 мм, S= 86.000 мм/мин, V= 38.70 м/мин, n= 3065 об/мин"
 P," N= 2.81127 кВт; A= 9.47147 кВт*мин"
 E," Lsum = 289,7 мм, Тосн= 3,37хв; C= 11,95 грн."
 * Фрезеровать отверстие
 O,"Фрезеровать отверстие ф 100Н12, Н=50, Ra 1.60"
 Т,"220515 0120 Фреза конц. с кон. хвост. б.р. длинная, Ф12.0, Z=4,
 Р6МЗ, DIN 1835 В"
 P," t= 5.0 мм, S= 32.000 мм/мин, V= 17.75 м/мин, n= 1118 об/мин"

P," N= 2.40285 кВт; A= 21.28479 кВт*мин"
 E," Lsum = 283,5 мм, Тосн= 8,86хв; C= 29,94 грн."
 * Фрезеровать отверстие
 O,"Фрезеровать отверстие ф 100H12, H=50, Ra 1.60"
 T,"220515 0140 Фреза конц. с кон. хвост. б.р. длинная, Ф14.0, Z=4,
 P6M3, DIN 1835 B"
 P," t= 5.0 мм, S= 17.000 мм/мин, V= 8.64 м/мин, n= 449 об/мин"
 P," N= 1.96266 кВт; A= 32.00030 кВт*мин"
 E," Lsum = 277,2 мм, Тосн= 16,30хв; C= 60,88 грн."
 * Фрезеровать отверстие
 O,"Фрезеровать отверстие ф 100H12, H=50, Ra 1.60"
 T,"220515 0160 Фреза конц. с кон. хвост. б.р. длинная, Ф16.0, Z=4,
 P6M3, DIN 1835 B"
 P," t= 5.0 мм, S= 15.000 мм/мин, V= 8.94 м/мин, n= 393 об/мин"
 P," N= 2.03037 кВт; A= 36.66769 кВт*мин"
 E," Lsum = 270,9 мм, Тосн= 18,06хв; C= 66,75 грн."
 * Фрезеровать отверстие
 O,"Фрезеровать отверстие ф 100H12, H=50, Ra 1.60"
 T,"220515 0180 Фреза конц. с кон. хвост. б.р. длинная, Ф18.0, Z=4,
 P6M3, DIN 1835 B"
 P," t= 5.0 мм, S= 30.000 мм/мин, V= 13.25 м/мин, n= 502 об/мин"
 P," N= 2.03692 кВт; A= 17.96635 кВт*мин"
 E," Lsum = 264,6 мм, Тосн= 8,82хв; C= 33,49 грн."
 * Фрезеровать отверстие
 O,"Фрезеровать отверстие ф 100H12, H=50, Ra 1.60"
 T,"220515 0200 Фреза конц. с кон. хвост. б.р. длинная, Ф20.0, Z=4,
 P6M3, DIN 1835 B"
 P," t= 5.0 мм, S= 27.000 мм/мин, V= 13.61 м/мин, n= 452 об/мин"
 P," N= 2.09217 кВт; A= 20.01718 кВт*мин"
 E," Lsum = 258,3 мм, Тосн= 9,57хв; C= 36,00 грн."

"Далі подано лістинг файла "Sobivartis.txt".

Freza ф; Стійкість= 60,00 хв; Тосн= 0,19 хв;
 Ставка= 5000 грн; Зарплата основна= 0,09 грн; Зарплата
 додаткова=0,00 грн;
 Зарплата повна= 0,09 грн;
 Ціна інструмента= 391,07 грн; Норматив на заточку= 5 хв; Кількість
 переточок= 10;
 Витрати на інструмент= 0,14 грн;
 Вартість верстата= 4755756,75 грн; Амортизаційні витрати= 0,50 грн;
 Витрати на ремонт= 0,00 грн;
 Потужність верстата= 22,00 кВт; Потужність різання= 3,04 кВт;
 Витрати на електроенергію= 0,01403 грн;

Вартість присрою= 2500,00 грн; Витрати на пристрій= 0,01 грн;
 Собівартість переходу= 0,75 грн;
 Freza ф; Стійкість= 60,00 хв; Tosn= 0,19 хв;
 Ставка= 5000 грн; Зарплата основна= 0,09 грн; Зарплата
 додаткова=0,00 грн;
 Зарплата повна= 0,09 грн;
 Ціна інструмента= 391,07 грн; Норматив на заточку= 5 хв; Кількість
 переточок= 15;
 Витрати на інструмент= 0,10 грн;
 Вартість верстата= 4755756,75 грн; Амортизаційні витрати= 0,51 грн;
 Витрати на ремонт= 0,00 грн;
 Потужність верстата= 22,00 кВт; Потужність різання= 3,27 кВт;
 Витрати на електроенергію= 0,01339 грн;
 Вартість присрою= 2500,00 грн; Витрати на пристрій= 0,01 грн;
 Собівартість переходу= 0,72 грн;
 Freza ф; Стійкість= 60,00 хв; Tosn= 0,17 хв;
 Ставка= 5000 грн; Зарплата основна= 0,08 грн; Зарплата
 додаткова=0,00 грн;
 Зарплата повна= 0,08 грн;
 Ціна інструмента= 375,31 грн; Норматив на заточку= 5 хв; Кількість
 переточок= 19;
 Витрати на інструмент= 0,07 грн;
 Вартість верстата= 4755756,75 грн; Амортизаційні витрати= 0,46 грн;
 Витрати на ремонт= 0,00 грн;
 Потужність верстата= 22,00 кВт; Потужність різання= 3,50 кВт;
 Витрати на електроенергію= 0,01127 грн;
 Вартість присрою= 2500,00 грн; Витрати на пристрій= 0,01 грн;
 Собівартість переходу= 0,63 грн;
 Freza ф; Стійкість= 60,00 хв; Tosn= 0,16 хв;
 Ставка= 5000 грн; Зарплата основна= 0,08 грн; Зарплата
 додаткова=0,00 грн;
 Зарплата повна= 0,08 грн;
 Ціна інструмента= 359,56 грн; Норматив на заточку= 5 хв; Кількість
 переточок= 19;
 Витрати на інструмент= 0,06 грн;
 Вартість верстата= 4755756,75 грн; Амортизаційні витрати= 0,44 грн;
 Витрати на ремонт= 0,00 грн;
 Потужність верстата= 22,00 кВт; Потужність різання= 3,67 кВт;
 Витрати на електроенергію= 0,01025 грн;
 Вартість присрою= 2500,00 грн; Витрати на пристрій= 0,01 грн;
 Собівартість переходу= 0,60 грн;
 Freza ф; Стійкість= 60,00 хв; Tosn= 1,53 хв;

Ставка= 5000 грн; Зарплата основна= 0,73 грн; Зарплата
 додаткова=0,00 грн;
 Зарплата повна= 0,73 грн;
 Ціна інструмента= 485,62 грн; Норматив на заточку= 5 хв; Кількість
 переточок= 30;
 Витрати на інструмент= 0,53 грн;
 Вартість верстата= 4755756,75 грн; Амортизаційні витрати= 4,08 грн;
 Витрати на ремонт= 0,01 грн;
 Потужність верстата= 22,00 кВт; Потужність різання= 1,53 кВт;
 Витрати на електроенергію= 0,22929 грн;
 Вартість присрою= 2500,00 грн; Витрати на пристрій= 0,01 грн;
 Собівартість переходу= 5,60 грн;
 Freza ф; Стійкість= 60,00 хв; Tosn= 3,37 хв;
 Ставка= 5000 грн; Зарплата основна= 1,61 грн; Зарплата
 додаткова=0,00 грн;
 Зарплата повна= 1,61 грн;
 Ціна інструмента= 514,27 грн; Норматив на заточку= 5 хв; Кількість
 переточок= 36;
 Витрати на інструмент= 1,06 грн;
 Вартість верстата= 4755756,75 грн; Амортизаційні витрати= 8,97 грн;
 Витрати на ремонт= 0,03 грн;
 Потужність верстата= 22,00 кВт; Потужність різання= 2,81 кВт;
 Витрати на електроенергію= 0,27439 грн;
 Вартість присрою= 2500,00 грн; Витрати на пристрій= 0,01 грн;
 Собівартість переходу= 11,95 грн;
 Freza ф; Стійкість= 60,00 хв; Tosn= 8,86 хв;
 Ставка= 5000 грн; Зарплата основна= 4,23 грн; Зарплата
 додаткова=0,00 грн;
 Зарплата повна= 4,23 грн;
 Ціна інструмента= 628,87 грн; Норматив на заточку= 5 хв; Кількість
 переточок= 42;
 Витрати на інструмент= 2,89 грн;
 Вартість верстата= 4755756,75 грн; Амортизаційні витрати= 23,58 грн;
 Витрати на ремонт= 0,07 грн;
 Потужність верстата= 22,00 кВт; Потужність різання= 2,40 кВт;
 Витрати на електроенергію= 0,84407 грн;
 Вартість присрою= 2500,00 грн; Витрати на пристрій= 0,01 грн;
 Собівартість переходу= 29,94 грн;
 Freza ф; Стійкість= 60,00 хв; Tosn= 16,30 хв;
 Ставка= 5000 грн; Зарплата основна= 7,78 грн; Зарплата
 додаткова=0,00 грн;
 Зарплата повна= 7,78 грн;
 Ціна інструмента= 944,02 грн; Норматив на заточку= 5 хв; Кількість
 переточок= 42;

Витрати на інструмент= 7,64 грн;
 Вартість верстата= 4755756,75 грн; Амортизаційні витрати= 43,41 грн;
 Витрати на ремонт= 0,13 грн;
 Потужність верстата= 22,00 кВт; Потужність різання= 1,96 кВт;
 Витрати на електроенергію= 1,90207 грн;
 Вартість присрою= 2500,00 грн; Витрати на пристрій= 0,01 грн;
 Собівартість переходу= 60,88 грн;
 Freza ф; Стійкість= 60,00 хв; Tosn= 18,06 хв;
 Ставка= 5000 грн; Зарплата основна= 8,62 грн; Зарплата
 додаткова=0,00 грн;
 Зарплата повна= 8,62 грн;
 Ціна інструмента= 1029,97 грн; Норматив на заточку= 5 хв; Кількість
 переточок= 50;
 Витрати на інструмент= 7,86 грн;
 Вартість верстата= 4755756,75 грн; Амортизаційні витрати= 48,08 грн;
 Витрати на ремонт= 0,14 грн;
 Потужність верстата= 22,00 кВт; Потужність різання= 2,03 кВт;
 Витрати на електроенергію= 2,03655 грн;
 Вартість присрою= 2500,00 грн; Витрати на пристрій= 0,01 грн;
 Собівартість переходу= 66,75 грн;
 Freza ф; Стійкість= 60,00 хв; Tosn= 9,32 хв;
 Ставка= 5000 грн; Зарплата основна= 4,21 грн; Зарплата
 додаткова=0,00 грн;
 Зарплата повна= 4,21 грн;
 Ціна інструмента= 1293,55 грн; Норматив на заточку= 5 хв; Кількість
 переточок= 50;
 Витрати на інструмент= 4,73 грн;
 Вартість верстата= 4755756,75 грн; Амортизаційні витрати= 23,48 грн;
 Витрати на ремонт= 0,07 грн;
 Потужність верстата= 22,00 кВт; Потужність різання= 2,04 кВт;
 Витрати на електроенергію= 0,99146 грн;
 Вартість присрою= 2500,00 грн; Витрати на пристрій= 0,01 грн;
 Собівартість переходу= 33,49 грн;

 Freza ф; Стійкість= 60,00 хв; Tosn= 9,57 хв;
 Ставка= 5000 грн; Зарплата основна= 4,57 грн; Зарплата
 додаткова=0,00 грн;
 Зарплата повна= 4,57 грн;
 Ціна інструмента= 1439,66 грн; Норматив на заточку= 5 хв; Кількість
 переточок= 60;
 Витрати на інструмент= 4,83 грн;
 Вартість верстата= 4755756,75 грн; Амортизаційні витрати= 25,47 грн;
 Витрати на ремонт= 0,07 грн;
 Потужність верстата= 22,00 кВт; Потужність різання= 2,09 кВт;

Витрати на електроенергію= 1,04707 грн;
Вартість присрою= 2500,00 грн; Витрати на пристрій= 0,01 грн;
Собівартість переходу= 36,00 грн;

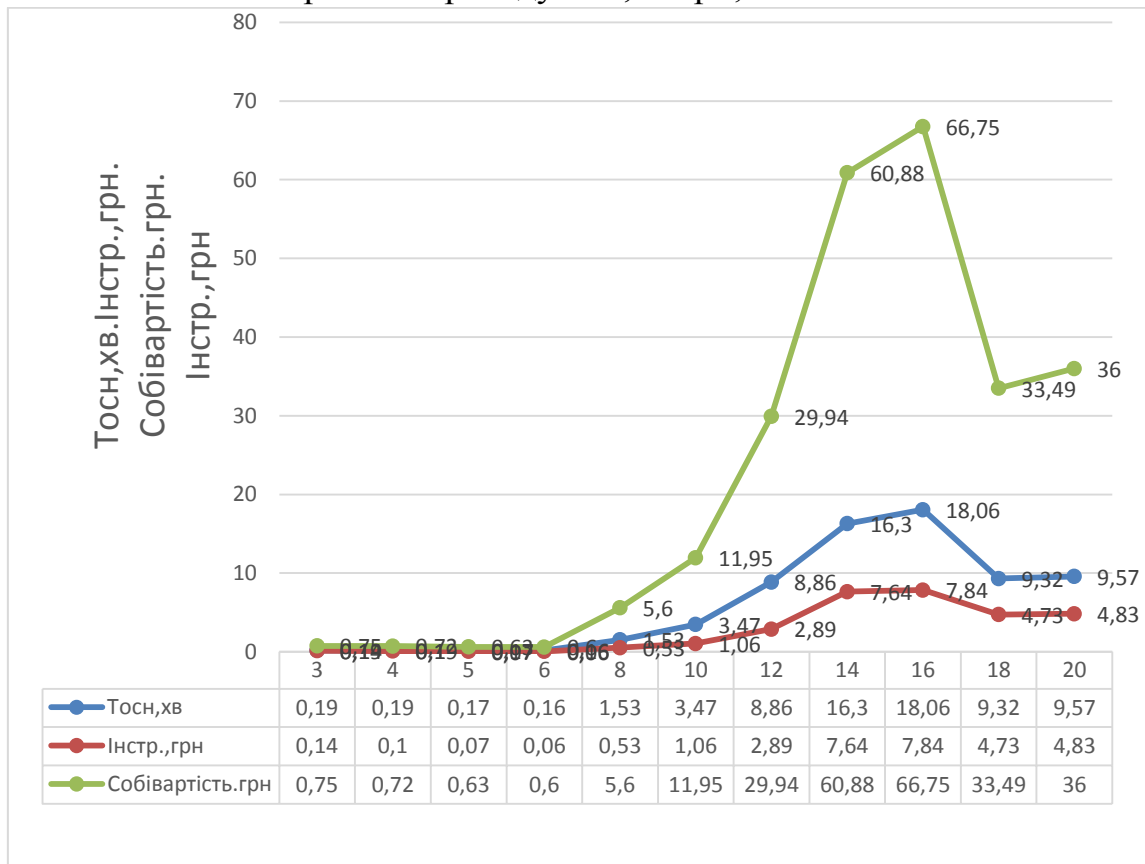


Рис.2.56 Вплив параметрів фрези на собівартість, трудомісткість і витрати на інструмент

Висновок: як ми бачимо з діаграми найкращий параметри будуть у фрези з параметрами D= 6,0 L=62, Lрез=24, z=4, їх і вибираємо для наступних експериментів.

2.4.3. Дослідження зміни матеріалу фрези

Для виконання третього дослідження (зміна матеріалу інструменту)

Для проведення досліду використовуємо інструментальні матеріали

1.Р6М3

2.Р6М5К5

3.Р6М5

4.Р18

Було змодельовано обробка кінцевими фрезами на фрезерному верстаті з ЧПК моделі НААС_ЕС-1600 циліндричної поверхні $\varnothing 100$ довжиною 50 мм з вимогами до шорсткості поверхні $Ra 1,6$ мкм. А також обрана конструкції інструмента “ Фреза конц. с кон. хвост. б.р. длинная, $Z=4$, DIN 1835 ”, і розмір інструмента ($D= 6,0$ $L=62$, $L_{рез}=24$, $z=4$,)

Використовуємо параметри які рекомендує Sapr_2020 а саме значення стійкості платини різця: 60хв

Починаємо дослідження с рекомендованого параметру матеріалу (Р6М3)

На рис. 2.57 подано скріншот при обраному матеріалі інструменту (Р6М3)

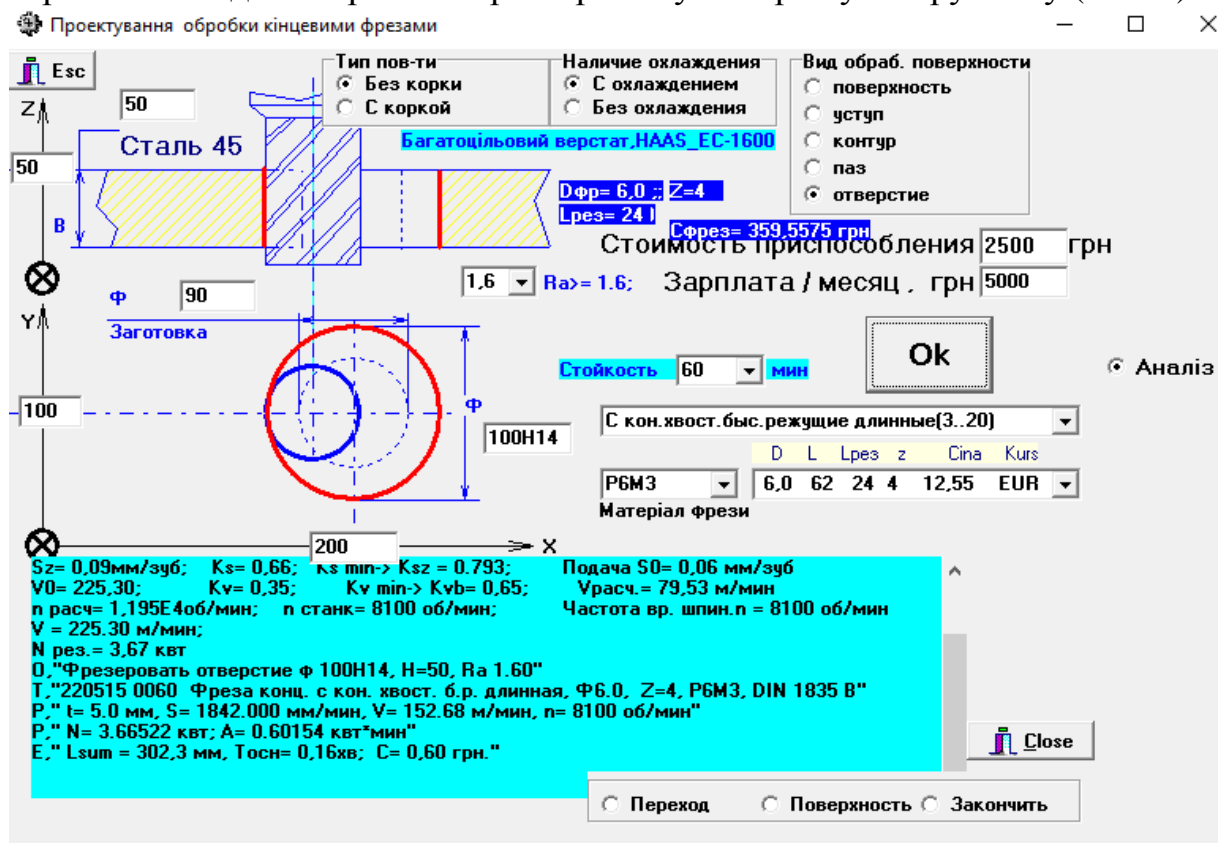


Рис. 2.57 – Скріншот при моделюванні розточування в програмному засобі «Sapir_2020»

Modul_Sobivartist_1; s.136;

Ставка= 5000 грн; Tosn= 0,16 хв;
 Зарплата основна= 0,08 грн; Зарплата додаткова= 0,0000 грн; Зарплата повна= 0,08 грн;
 Ціна інструмента= 359,56 грн; Норматив на заточку= 5 хв; Кількість переточок= 19; Витрати на інструмент= 0,06 грн;
 Вартість Верстата= 4755756,75 грн; Амортизаційні витрати= 0,44 грн; Витрати на ремонт= 0,00 грн;
 Потужність верстата= 22,00 кВт; Потужність різання= 3,67 кВт;
 Робота різання A= 0,60 кВт*хв; Витрати на електроенергію= 0,01025 грн;
 Вартість присрою= 2500,00 грн; Витрати на пристрій= 0,01 грн;
 Собівартість переходу= 0,60 грн;

OK

Рис. 2.58. Скріншот результатів визначення собівартості

Sapir_2020

X

s.1629; Материал Сталь 45; HB= 2,29 ГПа; Sigma= 0,61 ГПа;
 O,"Фрезеровать отверстие ф 100H14, H=50, Ra 1.60"
 B= 50; Lsum= 302,31; ф 100H14; Ra1,6; t= 5мм
 Etap= E4
 Фреза ф6; Z= 4 C_instr= 359,5575грн
 Sz0= 0,0860737мм/зуб; Sz= Sz0*Ksm*Ksi*Ksl*Ksz;
 Ksm=0,93; Ksi=1,00; Ksl=0,90; Ksz=0,79
 Sz= 0,057мм/зуб; S= 1842,00 мм/мин;
 Vo= 225,30 м/мин; V:= V0*Kv0*Kvm*Kvi*Kvt*Kvb*Kvn;
 Kv0= 1,00; Kvm=0,88; Kvi=1,00;
 Kvt=0,97; Kvb=0,65; Kvn=0,80
 V= 225,30 м/мин; n= 8100 об.мин;
 W0= 8,18 кВт; W:= W0*Knm*Knb*Knfi*Knt;
 Knm= 1,12; Knb=0,65;
 KnT=0,97
 W станка =22 кВт; W0= 8,18 кВт; W рез.= 3,67 кВт
 E," Lsum = 302,3 мм, Tosn= 0,16хв; C= 0,60 грн."

OK

Рис.2.59. Скріншот результатів визначення режимів різання при обраному інструменті,"220515 0030 Фреза конц. с кон. хвост. б.р. длинная, Ф6.0, Z=4, Р6МЗ, DIN 1835 В"

Далі представлені лісінгі опис собівартості і операцій для всіх восьми матеріалу інструменту

Далі подано лістинг файла "Text.txt":

В,"4230 Програмна . ИОТ 68"
 Д,"Багатоцільовий верстат НААС_ЕС-1600"
 * Фрезеровать отверстие
 О,"Фрезеровать отверстие ф 100H14, H=50, Ra 1.60"
 Т,"220515 0060 Фреза конц. с кон. хвост. б.р. длинная, Ф6.0, Z=4,
 Р6МЗ, DIN 1835 В"
 Р," t= 5.0 мм, S= 1842.000 мм/мин, V= 152.68 м/мин, n= 8100 об/мин"

P," N= 3.66522 кВт; A= 0.60154 кВт*мин"
 E," Lsum = 302,3 мм, Tosn= 0,16хв; C= 0,60 грн."
 * Фрезеровать отверстие
 O,"Фрезеровать отверстие ф 100H14, H=50, Ra 1.60"
 T,"220515 0060 Фреза конц. с кон. хвост. б.р. длинная, Ф6.0, Z=4,
 P6M5K5, DIN 1835 B"
 P," t= 5.0 мм, S= 1842.000 мм/мин, V= 152.68 м/мин, n= 8100 об/мин"
 P," N= 3.66522 кВт; A= 0.60154 кВт*мин"
 E," Lsum = 302,3 мм, Tosn= 0,16хв; C= 0,60 грн."
 * Фрезеровать отверстие
 O,"Фрезеровать отверстие ф 100H14, H=50, Ra 1.60"
 T,"220515 0060 Фреза конц. с кон. хвост. б.р. длинная, Ф6.0, Z=4,
 P6M5, DIN 1835 B"
 P," t= 5.0 мм, S= 1842.000 мм/мин, V= 152.68 м/мин, n= 8100 об/мин"
 P," N= 3.66522 кВт; A= 0.60154 кВт*мин"
 E," Lsum = 302,3 мм, Tosn= 0,16хв; C= 0,60 грн."
 * Фрезеровать отверстие
 O,"Фрезеровать отверстие ф 100H14, H=50, Ra 1.60"
 T,"220515 0060 Фреза конц. с кон. хвост. б.р. длинная, Ф6.0, Z=4, P18,
 DIN 1835 B"
 P," t= 5.0 мм, S= 1474.000 мм/мин, V= 152.68 м/мин, n= 8100 об/мин"
 P," N= 3.66522 кВт; A= 0.75172 кВт*мин"
 E," Lsum = 302,3 мм, Tosn= 0,21хв; C= 0,75 грн."

"Далі подано лістинг файла "Sobivartis.txt".

Freza ф; Стійкість= 60,00 хв; Tosn= 0,16 хв;
 Ставка= 5000 грн; Зарплата основна= 0,08 грн; Зарплата
 додаткова=0,00 грн;
 Зарплата повна= 0,08 грн;
 Ціна інструмента= 359,56 грн; Норматив на заточку= 5 хв; Кількість
 переточок= 19;
 Витрати на інструмент= 0,06 грн;
 Вартість верстата= 4755756,75 грн; Амортизаційні витрати= 0,44 грн;
 Витрати на ремонт= 0,00 грн;
 Потужність верстата= 22,00 кВт; Потужність різання= 3,67 кВт;
 Витрати на електроенергію= 0,01025 грн;
 Вартість присрою= 2500,00 грн; Витрати на пристрій= 0,01 грн;
 Собівартість переходу= 0,60 грн;
 Freza ф; Стійкість= 60,00 хв; Tosn= 0,16 хв;
 Ставка= 5000 грн; Зарплата основна= 0,08 грн; Зарплата
 додаткова=0,00 грн;
 Зарплата повна= 0,08 грн;
 Ціна інструмента= 359,56 грн; Норматив на заточку= 5 хв; Кількість
 переточок= 19;

Витрати на інструмент= 0,06 грн;
 Вартість верстата= 4755756,75 грн; Амортизаційні витрати= 0,44 грн;
 Витрати на ремонт= 0,00 грн;
 Потужність верстата= 22,00 кВт; Потужність різання= 3,67 кВт;
 Витрати на електроенергію= 0,01025 грн;
 Вартість присрою= 2500,00 грн; Витрати на пристрій= 0,01 грн;
 Собівартість переходу= 0,60 грн;
 Freza ф; Стійкість= 60,00 хв; Tosn= 0,16 хв;
 Ставка= 5000 грн; Зарплата основна= 0,08 грн; Зарплата
 додаткова=0,00 грн;
 Зарплата повна= 0,08 грн;
 Ціна інструмента= 359,56 грн; Норматив на заточку= 5 хв; Кількість
 переточок= 19;
 Витрати на інструмент= 0,06 грн;
 Вартість верстата= 4755756,75 грн; Амортизаційні витрати= 0,44 грн;
 Витрати на ремонт= 0,00 грн;
 Потужність верстата= 22,00 кВт; Потужність різання= 3,67 кВт;
 Витрати на електроенергію= 0,01025 грн;
 Вартість присрою= 2500,00 грн; Витрати на пристрій= 0,01 грн;
 Собівартість переходу= 0,60 грн;
 Freza ф; Стійкість= 60,00 хв; Tosn= 0,21 хв;
 Ставка= 5000 грн; Зарплата основна= 0,10 грн; Зарплата
 додаткова=0,00 грн;
 Зарплата повна= 0,10 грн;
 Ціна інструмента= 359,56 грн; Норматив на заточку= 5 хв; Кількість
 переточок= 19;
 Витрати на інструмент= 0,08 грн;
 Вартість верстата= 4755756,75 грн; Амортизаційні витрати= 0,55 грн;
 Витрати на ремонт= 0,00 грн;
 Потужність верстата= 22,00 кВт; Потужність різання= 3,67 кВт;
 Витрати на електроенергію= 0,01281 грн;
 Вартість присрою= 2500,00 грн; Витрати на пристрій= 0,01 грн;
 Собівартість переходу= 0,75 грн;

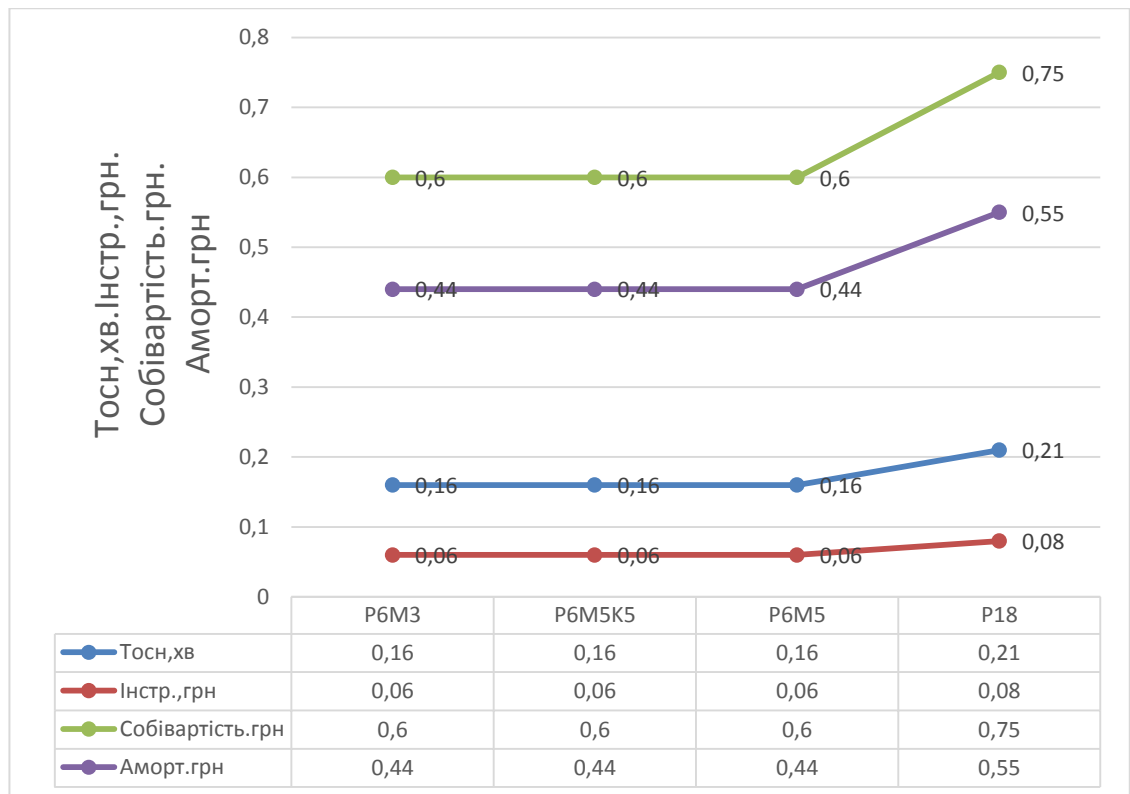


Рис. 2.60. Залежність Тсн і собівартості, амортизації, ціни інструменту від матеріалу ріжучої частини

З діаграми видно що оптимальний матеріал різального інструменту Р6М3, Р6М5К5, Р6М5

обираємо рекомендований матеріал програмою «Sapг_2020», а саме Р6М3.

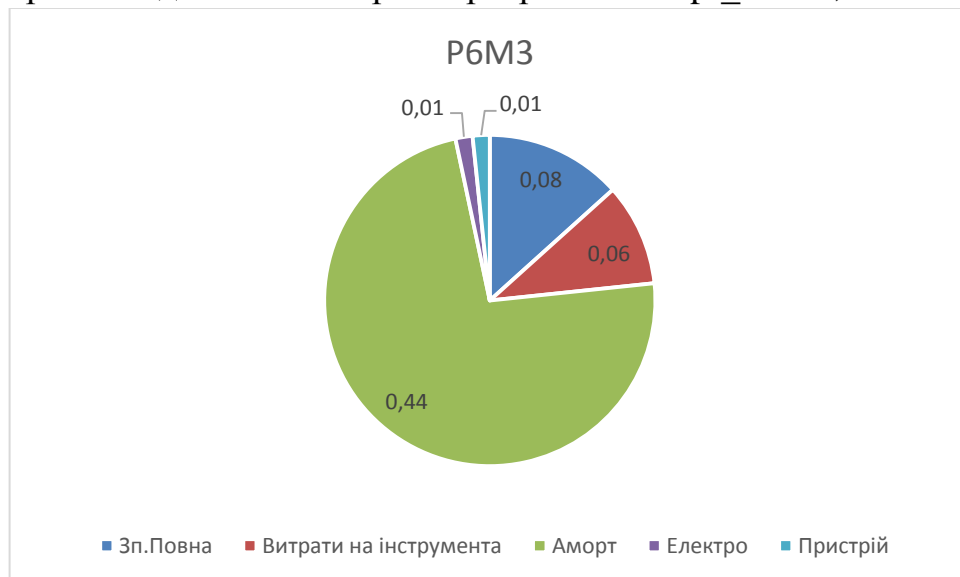


Рис. 2.61. Діаграма структури собівартості (Р6М3)

На діаграмі структури собівартості рис. 3.17. бачимо що на загальному обсягу собівартості найбільш впливає витрати на амортизацію.

Висновок: Обираємо рекомендований матеріал програмою «Sapг_2020», а саме Р6М3, так як він показав кращі параметри.

2.4.4. Дослідження зміни стійкості фрези

Для виконання четвертого дослідження (зміна стійкості інструменту)

Було змодельовано обробка кінцевими фрезами на фрезерному верстаті з ЧПК моделі НААС_ЕС-1600 циліндричної поверхні $\varnothing 100$ довжиною 50 мм з вимогами до шорсткості поверхні $Ra 1,6$ мкм. А також обрана конструкції інструмента “ Фреза конц. с кон. хвост. б.р. длинная, $Z=4$, P6M3, DIN 1835”, і розмір інструмента ($D= 6,0$ $L=62$, $L_{рез}=24$, $z=4$,)

Було виконано 10 варіантів виконання переходу при значеннях стійкості платини різця: 5, 10, 15, 30, 45, 60, 90, 120, 180 240 хв.

На рис. 2.62 подано скріншот при обраному матеріалу інструменту (Р6М3, Стійкості (5хв))

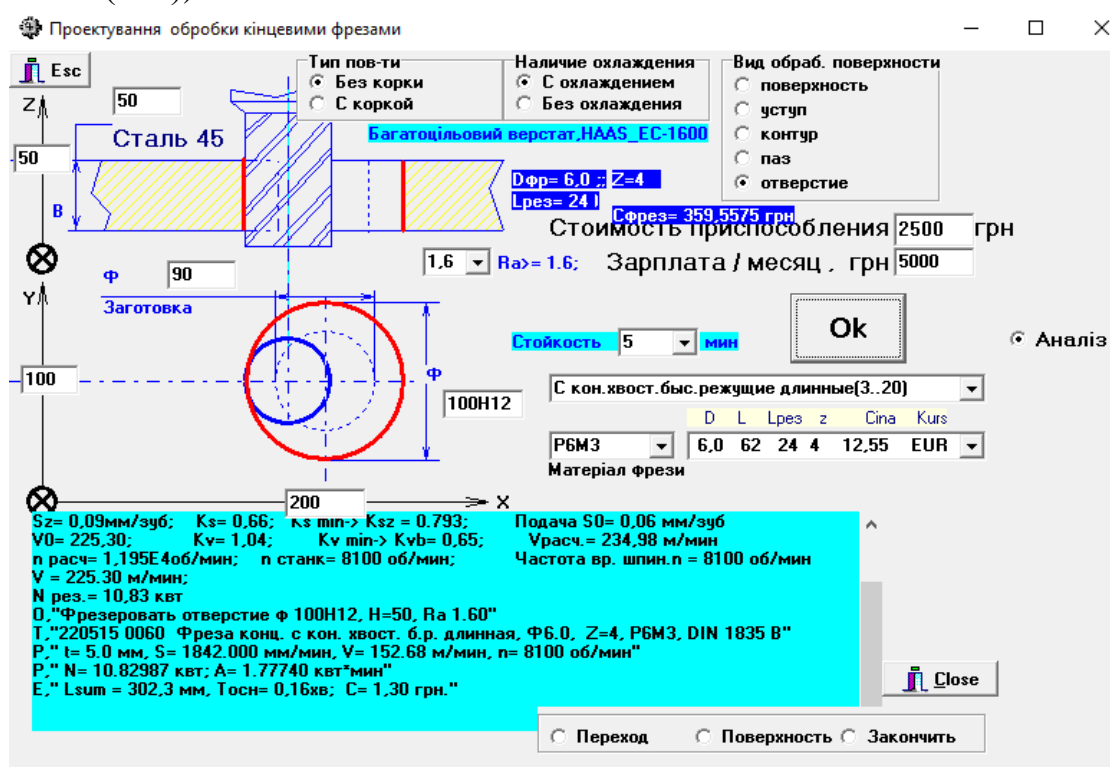


Рис. 2.62 – Скріншот при моделюванні розточування в програмному засобі «Sapr 2020»

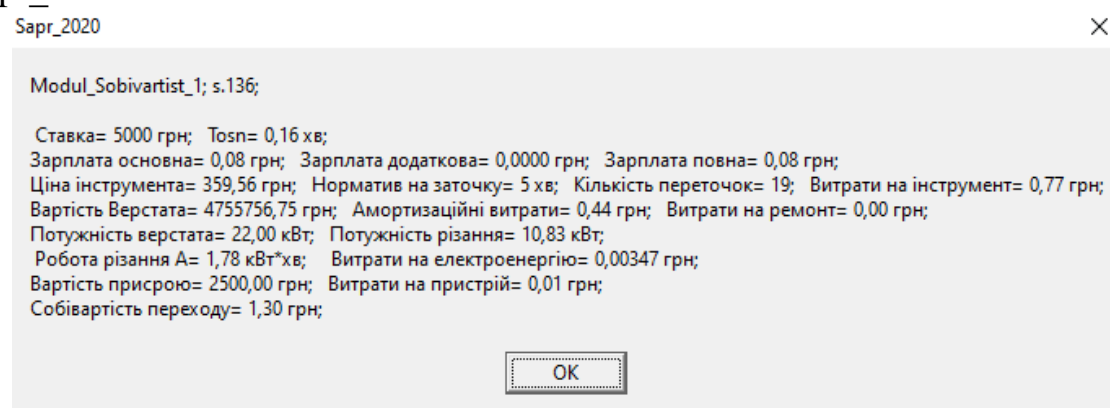


Рис. 2.63. Скріншот результатів визначення собівартості

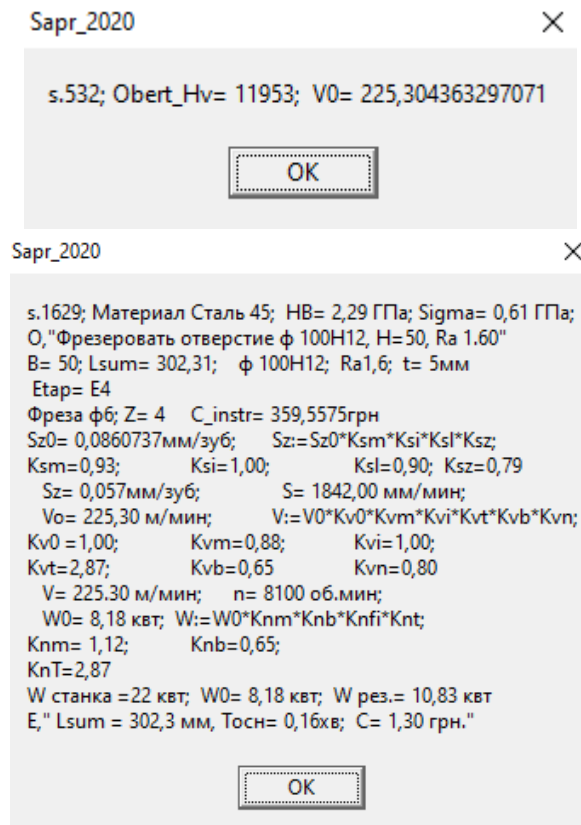


Рис.2.64. Скріншот результатів визначення режимів різання при обраному інструменті, "220515 0030 Фреза конц. с кон. хвост. б.р. длинная, Ф3.0, Z=4, Р6МЗ, DIN 1835 В"

Далі представлені лісінгі опис собівартості і операцій для всіх восьми матеріалу інструменту

Далі подано лістинг файла "Text.txt":

В, "4230 Програмна . ИОТ 68"
Д, "Багатоцільовий верстат HAAS_EC-1600"
* Фрезеровать отверстие
О, "Фрезеровать отверстие ф 100Н12, Н=50, Ra 1.60"
Т, "220515 0060 Фреза конц. с кон. хвост. б.р. длинная, Ф6.0, Z=4, Р6МЗ, DIN 1835 В"
Р, "t= 5.0 мм, S= 1842.000 мм/мин, V= 152.68 м/мин, n= 8100 об/мин"
Р, "N= 10.82987 кВт; A= 1.77740 кВт*мин"
Е, "Lsum = 302,3 мм, Тосн= 0,16хв; C= 1,30 грн."
* Фрезеровать отверстие
О, "Фрезеровать отверстие ф 100Н12, Н=50, Ra 1.60"
Т, "220515 0060 Фреза конц. с кон. хвост. б.р. длинная, Ф6.0, Z=4, Р6МЗ, DIN 1835 В"
Р, "t= 5.0 мм, S= 1842.000 мм/мин, V= 152.68 м/мин, n= 8100 об/мин"
Р, "N= 8.00523 кВт; A= 1.31382 кВт*мин"
Е, "Lsum = 302,3 мм, Тосн= 0,16хв; C= 0,92 грн."

* Фрезеровать отверстие
 О,"Фрезеровать отверстие ф 100H12, H=50, Ra 1.60"
 Т,"220515 0060 Фреза конц. с кон. хвост. б.р. длинная, Ф6.0, Z=4,
 P6M3, DIN 1835 B"
 Р," t= 5.0 мм, S= 1842.000 мм/мин, V= 152.68 м/мин, n= 8100 об/мин"
 Р," N= 6.70808 кВт; A= 1.10093 кВт*мин"
 Е," Lsum = 302,3 мм, Тосн= 0,16хв; C= 0,79 грн."

* Фрезеровать отверстие
 О,"Фрезеровать отверстие ф 100H12, H=50, Ra 1.60"
 Т,"220515 0060 Фреза конц. с кон. хвост. б.р. длинная, Ф6.0, Z=4,
 P6M3, DIN 1835 B"
 Р," t= 5.0 мм, S= 1842.000 мм/мин, V= 152.68 м/мин, n= 8100 об/мин"
 Р," N= 4.95849 кВт; A= 0.81379 кВт*мин"
 Е," Lsum = 302,3 мм, Тосн= 0,16хв; C= 0,66 грн."

* Фрезеровать отверстие
 О,"Фрезеровать отверстие ф 100H12, H=50, Ra 1.60"
 Т,"220515 0060 Фреза конц. с кон. хвост. б.р. длинная, Ф6.0, Z=4,
 P6M3, DIN 1835 B"
 Р," t= 5.0 мм, S= 1842.000 мм/мин, V= 152.68 м/мин, n= 8100 об/мин"
 Р," N= 4.15502 кВт; A= 0.68192 кВт*мин"
 Е," Lsum = 302,3 мм, Тосн= 0,16хв; C= 0,62 грн."

* Фрезеровать отверстие
 О,"Фрезеровать отверстие ф 100H12, H=50, Ra 1.60"
 Т,"220515 0060 Фреза конц. с кон. хвост. б.р. длинная, Ф6.0, Z=4,
 P6M3, DIN 1835 B"
 Р," t= 5.0 мм, S= 1842.000 мм/мин, V= 152.68 м/мин, n= 8100 об/мин"
 Р," N= 3.66522 кВт; A= 0.60154 кВт*мин"
 Е," Lsum = 302,3 мм, Тосн= 0,16хв; C= 0,60 грн."

* Фрезеровать отверстие
 О,"Фрезеровать отверстие ф 100H12, H=50, Ra 1.60"
 Т,"220515 0060 Фреза конц. с кон. хвост. б.р. длинная, Ф6.0, Z=4,
 P6M3, DIN 1835 B"
 Р," t= 5.0 мм, S= 1842.000 мм/мин, V= 152.68 м/мин, n= 8100 об/мин"
 Р," N= 3.07131 кВт; A= 0.50407 кВт*мин"
 Е," Lsum = 302,3 мм, Тосн= 0,16хв; C= 0,58 грн."

* Фрезеровать отверстие
 О,"Фрезеровать отверстие ф 100H12, H=50, Ra 1.60"
 Т,"220515 0060 Фреза конц. с кон. хвост. б.р. длинная, Ф6.0, Z=4,
 P6M3, DIN 1835 B"
 Р," t= 5.0 мм, S= 1842.000 мм/мин, V= 152.68 м/мин, n= 8100 об/мин"
 Р," N= 2.70926 кВт; A= 0.44465 кВт*мин"
 Е," Lsum = 302,3 мм, Тосн= 0,16хв; C= 0,57 грн."

* Фрезеровать отверстие
 О,"Фрезеровать отверстие ф 100H12, H=50, Ra 1.60"
 Т,"220515 0060 Фреза конц. с кон. хвост. б.р. длинная, Ф6.0, Z=4,
 P6M3, DIN 1835 B"
 Р," t= 5.0 мм, S= 1842.000 мм/мин, V= 152.68 м/мин, n= 8100 об/мин"
 Р," N= 2.27026 кВт; A= 0.37260 кВт*мин"
 Е," Lsum = 302,3 мм, Тосн= 0,16хв; C= 0,57 грн."
 * Фрезеровать отверстие
 О,"Фрезеровать отверстие ф 100H12, H=50, Ra 1.60"
 Т,"220515 0060 Фреза конц. с кон. хвост. б.р. длинная, Ф6.0, Z=4,
 P6M3, DIN 1835 B"
 Р," t= 5.0 мм, S= 1842.000 мм/мин, V= 152.68 м/мин, n= 8100 об/мин"
 Р," N= 2.00264 кВт; A= 0.32867 кВт*мин"
 Е," Lsum = 302,3 мм, Тосн= 0,16хв; C= 0,56 грн."

"Далі подано лістинг файла "Sobivartis.txt".

Freza ф; Стійкість= 5,00 хв; Tosn= 0,16 хв;
 Ставка= 5000 грн; Зарплата основна= 0,08 грн; Зарплата
 додаткова=0,00 грн;
 Зарплата повна= 0,08 грн;
 Ціна інструмента= 359,56 грн; Норматив на заточку= 5 хв; Кількість
 переточок= 19;
 Витрати на інструмент= 0,77 грн;
 Вартість верстата= 4755756,75 грн; Амортизаційні витрати= 0,44 грн;
 Витрати на ремонт= 0,00 грн;
 Потужність верстата= 22,00 кВт; Потужність різання= 10,83 кВт;
 Витрати на електроенергію= 0,00347 грн;
 Вартість присрою= 2500,00 грн; Витрати на пристрій= 0,01 грн;
 Собівартість переходу= 1,30 грн;
 Freza ф; Стійкість= 10,00 хв; Tosn= 0,16 хв;
 Ставка= 5000 грн; Зарплата основна= 0,08 грн; Зарплата
 додаткова=0,00 грн;
 Зарплата повна= 0,08 грн;
 Ціна інструмента= 359,56 грн; Норматив на заточку= 5 хв; Кількість
 переточок= 19;
 Витрати на інструмент= 0,39 грн;
 Вартість верстата= 4755756,75 грн; Амортизаційні витрати= 0,44 грн;
 Витрати на ремонт= 0,00 грн;
 Потужність верстата= 22,00 кВт; Потужність різання= 8,01 кВт;
 Витрати на електроенергію= 0,00469 грн;
 Вартість присрою= 2500,00 грн; Витрати на пристрій= 0,01 грн;
 Собівартість переходу= 0,92 грн;
 Freza ф; Стійкість= 15,00 хв; Tosn= 0,16 хв;

Ставка= 5000 грн; Зарплата основна= 0,08 грн; Зарплата
 додаткова=0,00 грн;
 Зарплата повна= 0,08 грн;
 Ціна інструмента= 359,56 грн; Норматив на заточку= 5 хв; Кількість
 переточок= 19;
 Витрати на інструмент= 0,26 грн;
 Вартість верстата= 4755756,75 грн; Амортизаційні витрати= 0,44 грн;
 Витрати на ремонт= 0,00 грн;
 Потужність верстата= 22,00 кВт; Потужність різання= 6,71 кВт;
 Витрати на електроенергію= 0,00560 грн;
 Вартість присрою= 2500,00 грн; Витрати на пристрій= 0,01 грн;
 Собівартість переходу= 0,79 грн;
 Freza ф; Стійкість= 30,00 хв; Tosn= 0,16 хв;
 Ставка= 5000 грн; Зарплата основна= 0,08 грн; Зарплата
 додаткова=0,00 грн;
 Зарплата повна= 0,08 грн;
 Ціна інструмента= 359,56 грн; Норматив на заточку= 5 хв; Кількість
 переточок= 19;
 Витрати на інструмент= 0,13 грн;
 Вартість верстата= 4755756,75 грн; Амортизаційні витрати= 0,44 грн;
 Витрати на ремонт= 0,00 грн;
 Потужність верстата= 22,00 кВт; Потужність різання= 4,96 кВт;
 Витрати на електроенергію= 0,00758 грн;
 Вартість присрою= 2500,00 грн; Витрати на пристрій= 0,01 грн;
 Собівартість переходу= 0,66 грн;
 Freza ф; Стійкість= 45,00 хв; Tosn= 0,16 хв;
 Ставка= 5000 грн; Зарплата основна= 0,08 грн; Зарплата
 додаткова=0,00 грн;
 Зарплата повна= 0,08 грн;
 Ціна інструмента= 359,56 грн; Норматив на заточку= 5 хв; Кількість
 переточок= 19;
 Витрати на інструмент= 0,09 грн;
 Вартість верстата= 4755756,75 грн; Амортизаційні витрати= 0,44 грн;
 Витрати на ремонт= 0,00 грн;
 Потужність верстата= 22,00 кВт; Потужність різання= 4,16 кВт;
 Витрати на електроенергію= 0,00904 грн;
 Вартість присрою= 2500,00 грн; Витрати на пристрій= 0,01 грн;
 Собівартість переходу= 0,62 грн;
 Freza ф; Стійкість= 60,00 хв; Tosn= 0,16 хв;
 Ставка= 5000 грн; Зарплата основна= 0,08 грн; Зарплата
 додаткова=0,00 грн;
 Зарплата повна= 0,08 грн;
 Ціна інструмента= 359,56 грн; Норматив на заточку= 5 хв; Кількість
 переточок= 19;

Витрати на інструмент= 0,06 грн;
Вартість верстата= 4755756,75 грн; Амортизаційні витрати= 0,44 грн;
Витрати на ремонт= 0,00 грн;
Потужність верстата= 22,00 кВт; Потужність різання= 3,67 кВт;
Витрати на електроенергію= 0,01025 грн;
Вартість присрою= 2500,00 грн; Витрати на пристрій= 0,01 грн;
Собівартість переходу= 0,60 грн;

Freza ф; Стійкість= 90,00 хв; Tosn= 0,16 хв;
Ставка= 5000 грн; Зарплата основна= 0,08 грн; Зарплата
додаткова=0,00 грн;
Зарплата повна= 0,08 грн;
Ціна інструмента= 359,56 грн; Норматив на заточку= 5 хв; Кількість
переточок= 19;

Витрати на інструмент= 0,04 грн;
Вартість верстата= 4755756,75 грн; Амортизаційні витрати= 0,44 грн;
Витрати на ремонт= 0,00 грн;
Потужність верстата= 22,00 кВт; Потужність різання= 3,07 кВт;
Витрати на електроенергію= 0,01223 грн;
Вартість присрою= 2500,00 грн; Витрати на пристрій= 0,01 грн;
Собівартість переходу= 0,58 грн;

Freza ф; Стійкість= 120,00 хв; Tosn= 0,16 хв;
Ставка= 5000 грн; Зарплата основна= 0,08 грн; Зарплата
додаткова=0,00 грн;
Зарплата повна= 0,08 грн;
Ціна інструмента= 359,56 грн; Норматив на заточку= 5 хв; Кількість
переточок= 19;

Витрати на інструмент= 0,03 грн;
Вартість верстата= 4755756,75 грн; Амортизаційні витрати= 0,44 грн;
Витрати на ремонт= 0,00 грн;
Потужність верстата= 22,00 кВт; Потужність різання= 2,71 кВт;
Витрати на електроенергію= 0,01387 грн;
Вартість присрою= 2500,00 грн; Витрати на пристрій= 0,01 грн;
Собівартість переходу= 0,57 грн;

Freza ф; Стійкість= 180,00 хв; Tosn= 0,16 хв;
Ставка= 5000 грн; Зарплата основна= 0,08 грн; Зарплата
додаткова=0,00 грн;
Зарплата повна= 0,08 грн;
Ціна інструмента= 359,56 грн; Норматив на заточку= 5 хв; Кількість
переточок= 19;

Витрати на інструмент= 0,02 грн;
Вартість верстата= 4755756,75 грн; Амортизаційні витрати= 0,44 грн;
Витрати на ремонт= 0,00 грн;
Потужність верстата= 22,00 кВт; Потужність різання= 2,27 кВт;

Витрати на електроенергію= 0,01655 грн;
Вартість присрою= 2500,00 грн; Витрати на пристрій= 0,01 грн;
Собівартість переходу= 0,57 грн;
Freza ф; Стійкість= 240,00 хв; Tosn= 0,16 хв;
Ставка= 5000 грн; Зарплата основна= 0,08 грн; Зарплата
додаткова=0,00 грн;
Зарплата повна= 0,08 грн;
Ціна інструмента= 359,56 грн; Норматив на заточку= 5 хв; Кількість
переточок= 19;
Витрати на інструмент= 0,02 грн;
Вартість верстата= 4755756,75 грн; Амортизаційні витрати= 0,44 грн;
Витрати на ремонт= 0,00 грн;
Потужність верстата= 22,00 кВт; Потужність різання= 2,00 кВт;
Витрати на електроенергію= 0,01876 грн;
Вартість присрою= 2500,00 грн; Витрати на пристрій= 0,01 грн;
Собівартість переходу= 0,56 грн;

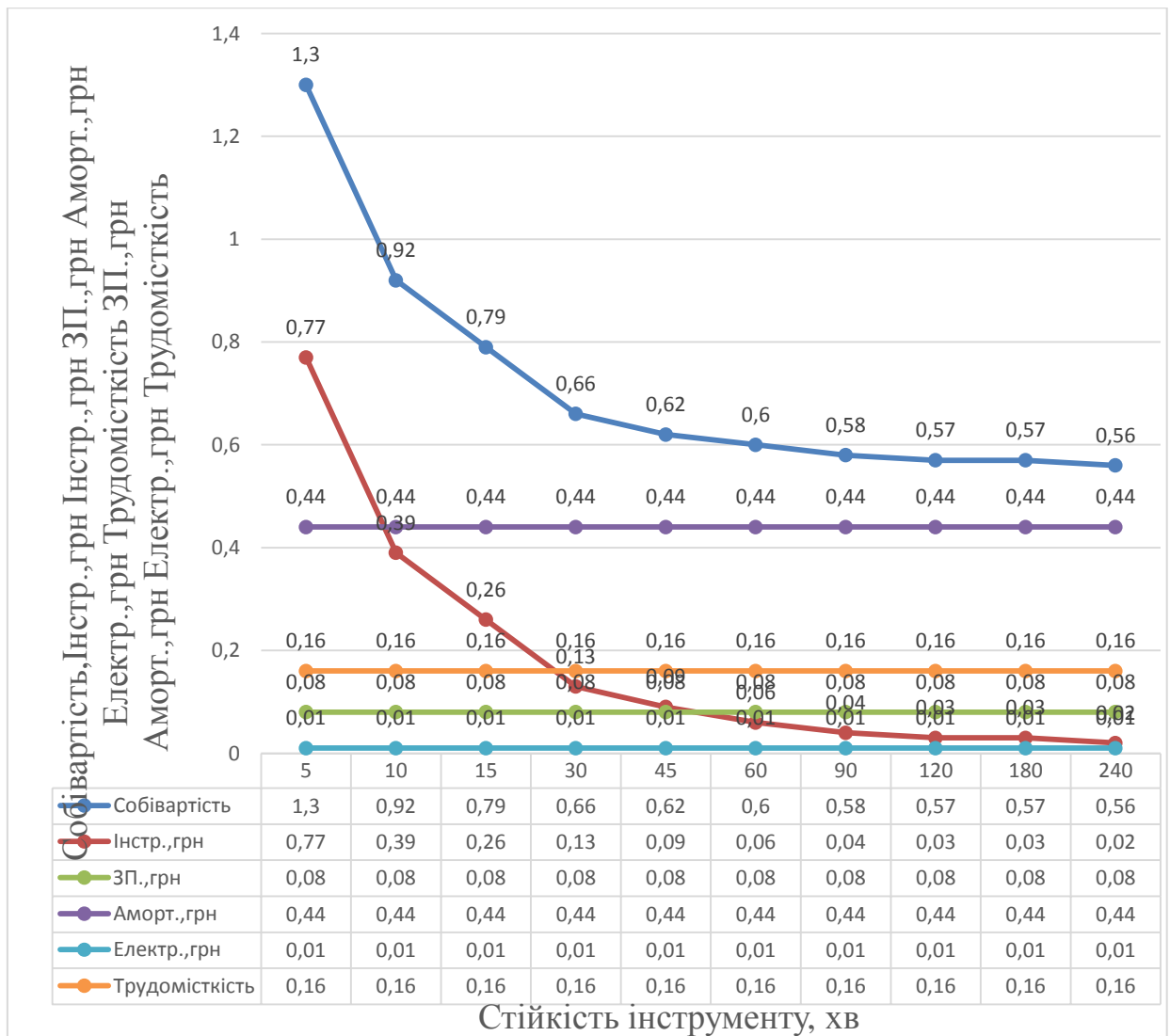


Рис. 2.65 – Діаграма залежностей собівартості переходу, основної складової норми часу та складових собівартості – витрат на зарплату, на ріжучий інструмент, амортизацію, електроенергію від заданої стійкості різця

На рис. 2.65 секторна діаграма, відображує складові собівартості переходу при стійкості інструменту 5хв.

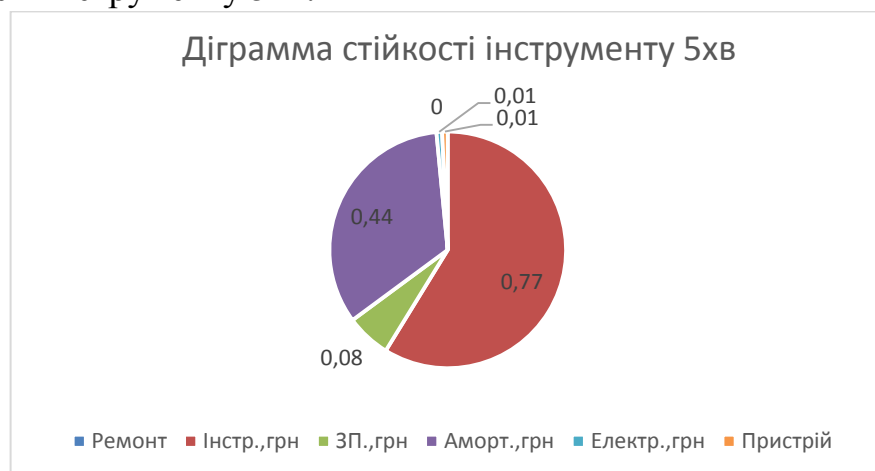


Рис. 2.66 – Структура собівартості при стійкості 5 хв

На рис. 2.67 секторна діаграма, відображує складові собівартості переходу при стійкості інструменту 240хв.

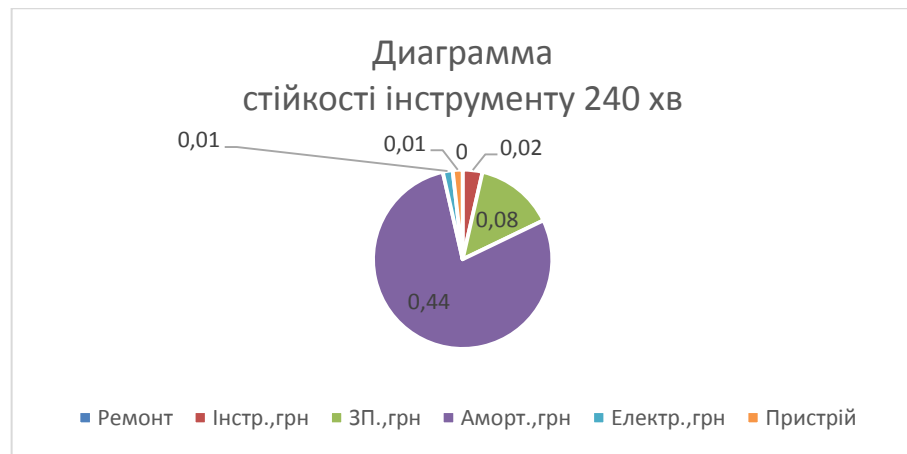


Рис. 2.68 – Структура собівартості при стійкості 240 хв

Висновок: Аналіз результатів каже, що кращий варіант буде при стійкості 240 хв. При цьому, якщо коефіцієнт підвищення стійкості від 5 хв до 240 хв складає 48, то трудомісткість не змінюється. Аналіз складових собівартості при стійкості 5 хв свідчать, що найбільші витрати складають витрати на інструмент а при стійкості 240 хв свідчать що найбільші витрати складають витрати на амортизаційні витрати.

Загальний висновок: Провівши дослідження по механічній обробці, були обрані оптимальні режими для обробки кінцевими фрезами на фрезерному верстаті з ЧПК моделі HAAS_EC-1600 циліндричної поверхні Ø100 довжиною 50 мм з вимогами до шорсткості поверхні Ra1,6 мкм. А також обрана конструкції інструмента “ Фреза конц. с кон. хвост. б.р. длинная, Z=4, P6M3, DIN 1835”, і розмір інструмента (D= 6,0 L=62, Lрез=24, z=4,), та стійкість 240хв. Всі ці параметри покращили показники собівартості і трудомісткості, а саме трудомісткість зменшилася з 1,97 до 0,16 тобто зменшилася в 12,73 разів, а собівартість зменшилася з 20,08 до 0,56 тобто зменшилася в 35,8 разів.

2.5. Загальний висновок по експериментам

Зробивши експерименти у програмному засобі «Sapr_2020» по пошуку оптимальних параметрів собівартості і трудоемкості обробки отвору, а саме:

1. Розточування на токарному верстаті HAAS_ST-10
2. Розточування на фрезерному верстаті HAAS_EC-1600
3. Обробка кінцевими фрезами на фрезерному верстаті HAAS_EC-1600

На діаграмі Рис.2.69 представлені найкращі результати кожного експерименту і їх порівняння

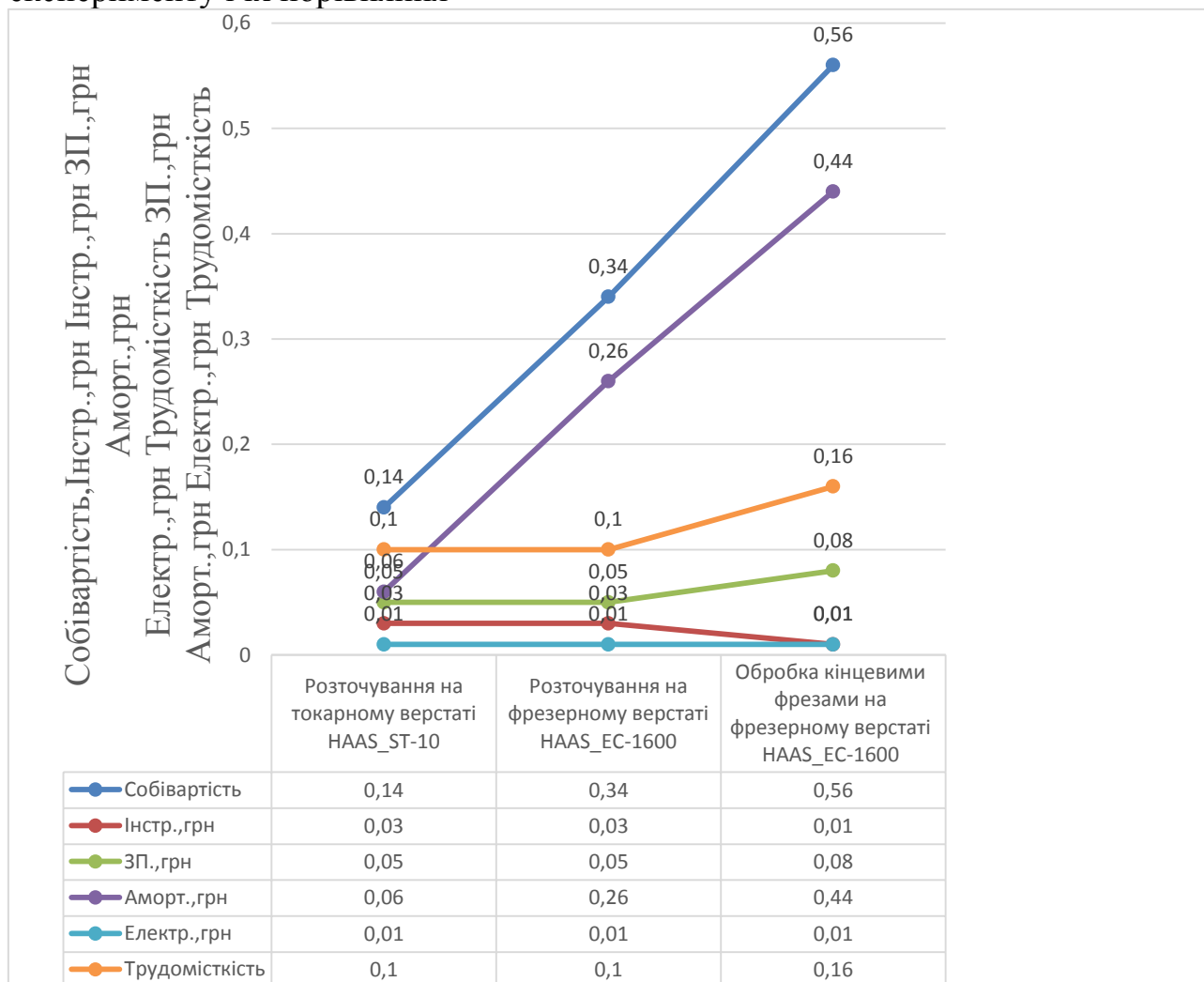


Рис.2.69. Діаграма порівняння розточування на токарному верстаті HAAS_ST-10, розточування фрезерному верстаті HAAS_EC-1600, обробка кінцевими фрезами на фрезерному верстаті HAAS_EC-1600

На діаграмі ми бачимо, що найнижча собівартість буде у розточуванні на токарному верстаті HAAS_ST-10 який дорівнює 0,14, а найбільша собівартість у обробці кінцевими фрезами на фрезерному верстаті HAAS_EC-1600 який дорівнює 0,56 тобто нижче в 4 рази, а якщо порівнювати розточування на фрезерному верстаті HAAS_EC-1600, собівартість якого дорівнює 0,34 з розточування на токарному верстаті

HAAS_ST-10 то собіватість у розточуванні на токарному верстаті HAAS_ST-10 буде нижче в 2,4. Найнижча трудоміскість є у розточуванні на токарному верстаті HAAS_ST-10 та у розточуванні на фрезерному верстаті HAAS_EC-1600, яка дорівнює 0,1, а найбільша у обробці кінцевими фрезами на фрезерному верстаті HAAS_EC-1600, яка дорівнює 0,16, тобто трудоміскість розточування на токарному верстаті HAAS_ST-10 та розточування на фрезерному верстаті HAAS_EC-1600 нижче в 1,6 разів. Можемо зробити висновок, що найкращі показники обробки отвору $\varnothing 100H12$ довжиною 50 мм з вимогами до шорсткості поверхні $Ra1,6$ мкм та глибиною різання 5 мм будуть у растачиванні на токарному верстаті HAAS_ST-10 з такими параметрами: Різець розточний. з ромб.пл.; $F_i = 93$ грд для глух.отв., 32x32, T15K6, ГОСТ 20874-75” розмір (32 d_r=75 D_{min}=240 L_r=32), матеріал інструменту ТК30К4, та стійкість 240хв.

Глава 3. Дослідження впливу варіативних реквізитів при розточуванні при використанні теорії планування експериментів.

3.1. Дослідження при використанні теорії планування експериментів

Мета: Перевірка можливостей параметризації для покращення економічних показників переходів оброблення циліндричних отворів .

Об'єкт дослідження: Розточування на токарному верстаті HAAS_ST-10 отвору $\varnothing 100H12$, $Ra1,6$

Предмет дослідження: Залежності трудомісткості та собівартості при виконанні заданого переходу від значень варіативних параметрів інформаційної моделі переходу.

Вихідні данні:

Деталь:

Назва – Корпус.

Матеріал – Сталь45 (170...179 HB).

Точність обробки поверхні – H12.

Параметри шорсткості обробленої поверхні: $Ra=1.6$ мкм.

Станок HAAS_ST-10;

Глибина різання – $t=5$ мм;

Довжина отвору = 50мм;

Результати дослідження можуть бути використані в виробничих умовах та навчальному процесі.

На собівартість і трудомісткість впливає багато факторів, зокрема матеріал інструменту, типорозмір, стійкість інструменту. У даній роботі розглянуті лише 3 фактора (матеріал інструменту, типорозмір, стійкість інструменту). Методики розрахунків собівартості і трудомісткості переходів є загально відомими і достатньо подані в технічній і учбовій літературі [8,9,12,13,14].

Для побудови моделей використовувався активно-пасивний експеримент: вказані в табл. 3.1. фактори утворюють матрицю повного факторного експерименту, до якого додані фактори, отримані, як результати пасивного експерименту. Для побудови залежностей похибки використано регресійний аналіз [13,17].

Таблиця 3.1. Опис факторів

Номер фактору	Позначення і найменування	Рівні варіювання
1	Стійкість інструменту,хв	15
		30
		45
		60
2	Материал инструмента	TK30K4
		TT7K12
		T5K10

		Р6М5
3	Типорозмір	Різець розточн. з мех.кріпл. ромбіч.пл.; Fi=93 грд., 25x20
		Різець розточн. з мех.кріпл. 3-гр.пл.; Fi=93 грд., 24x22.
		Різець розточн. з мех.кріпл. 3-грн.пл.; Fi=93 грд., 26x20
		Різець розточн. з ромб.пл.; Fi=93 грд для глух.отв., 32x32

Для проведення експериментів використовувався програма “Sapr_2020” система автоматизованого проектування розробки доц. Войтенко В.І.[3,15,17]

На рис.3.1 подано скріншот експерименту №1

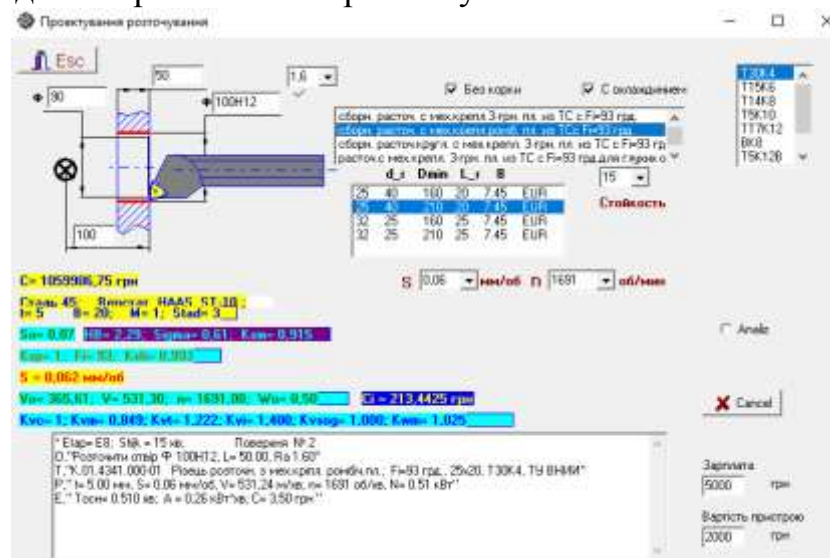


Рис. 3.1 – Скріншот при моделюванні розточування в програмному засобі «Sapr_2020»

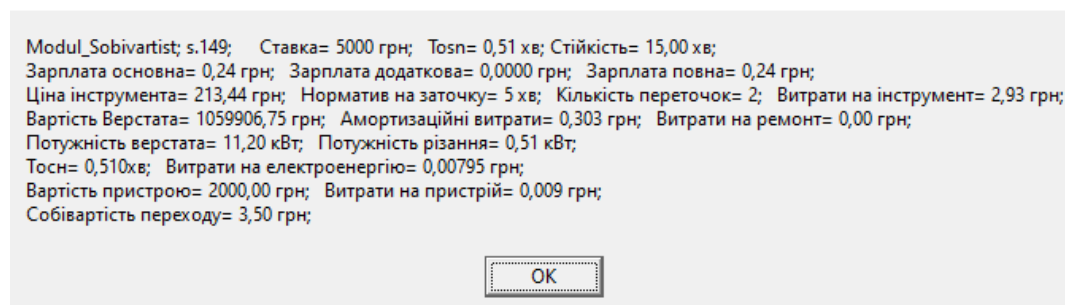


Рис. 3.2. Скріншот результатів визначення собівартост

Робоча матриця і результати імітаційного моделювання приведені в табл..3.1

Таблиця 3.1. Результати експерименту і робоча матриця

№ ек сп .	Робоча матриця					Результати експериментів	
	Стійкість інструменту, хв	Матеріал інструмента	Типорозмір	S, мм /хв	V, м/ хв	Собівартість, грн	Трудомісткість, хв
1	15	TK30K4	Різець розточн. з мех.кріпл. ромбіч.пл.; Fi=93 грд., 25x20	0,06	531, 24	3,5	0,51
2	15	TK30K4	Різець розточн. з мех.кріпл. 3-гр.пл.; Fi=93 грд., 24x22.	0,07	521, 5	3,03	0,45
3	15	TK30K4	Різець розточн. з мех.кріпл. 3-грн.пл.; Fi=93 грд., 26x20	0,06	531, 24	2,56	0,51
4	15	TK30K4	Різець розточн. з ромб.пл.; Fi=93 грд для глух.отв., 32x32	0,13	481, 92	1,42	0,26
5	15	TT7K12	Різець розточн. з мех.кріпл. ромбіч.пл.; Fi=93 грд., 25x20	0,06	151, 74	12,22	1,79
6	15	TT7K12	Різець розточн. з мех.кріпл. 3-гр.пл.; Fi=93 грд., 24x22.	0,07	148, 91	10,61	1,56
7	15	TT7K12	Різець розточн. з	0,06	151, 79	8,93	1,79

			мех.кріпл. 3- грн.пл.; Fi=93 грд., 26x20				
8	15	TT7K12	Різець розточн. з ромб.пл.; Fi=93 грд для глух.отв., 32x32	0,13	137, 6	4,96	0,91
9	15	T5K10	Різець розточн. з мех.кріпл. ромбіч.пл.; Fi=93 грд., 25x20	0,06	151, 74	12,22	1,79
10	15	T5K10	Різець розточн. з мех.кріпл. 3- гр.пл.; Fi=93 грд., 24x22.	0,07	148, 91	10,61	1,56
11	15	T5K10	Різець розточн. з мех.кріпл. 3- грн.пл.; Fi=93 грд., 26x20	0,06	151, 74	8,93	1,79
12	15	T5K10	Різець розточн. з ромб.пл.; Fi=93 грд для глух.отв., 32x32	0,13	137, 6	4,96	0,91
13	15	P6M5	Різець розточн. з мех.кріпл. ромбіч.пл.; Fi=93 грд., 25x20	0,06	113, 73	16,31	2,38
14	15	P6M5	Різець розточн. з мех.кріпл. 3-	0,07	111, 84	14,12	2,08

			гр.пл.; Fi=93 грд., 24x22.				
15	15	P6M5	Різець розточн. з мех.кріпл. 3- грн.пл.; Fi=93 грд., 26x20	0,06	113, 73	11,92	2,38
16	15	P6M5	Різець розточн. з ромб.пл.; Fi=93 грд для глух.отв., 32x32	0,13	103, 36	6,6	1,21
17	30	TK30K4	Різець розточн. з мех.кріпл. ромбіч.пл.; Fi=93 грд., 25x20	0,06	434, 8	2,48	0,62
18	30	TK30K4	Різець розточн. з мех.кріпл. 3- гр.пл.; Fi=93 грд., 24x22.	0,07	426, 94	2,15	0,54
19	30	TK30K4	Різець розточн. з мех.кріпл. 3- грн.пл.; Fi=93 грд., 26x20	0,06	434, 8	1,91	0,62
20	30	TK30K4	Різець розточн. з ромб.пл.; Fi=93 грд для глух.отв., 32x32	0,13	394, 58	1,05	0,32
21	30	TT7K12	Різець розточн. з мех.кріпл. ромбіч.пл.; Fi=93 грд.,	0,06	124, 09	8,67	2,18

			25x20				
22	30	ТТ7К12	Різець розточн. з мех.кріпл. 3- гр.пл.; Fi=93 грд., 24x22.	0,07	121, 89	7,52	1,9
23	30	ТТ7К12	Різець розточн. з мех.кріпл. 3- грн.пл.; Fi=93 грд., 26x20	0,06	124, 09	6,66	2,18
24	30	ТТ7К12	Різець розточн. з ромб.пл.; Fi=93 грд для глух.отв., 32x32	0,13	112, 78	3,64	1,11
25	30	Т5К10	Різець розточн. з мех.кріпл. ромбіч.пл.; Fi=93 грд., 25x20	0,06	124, 09	8,67	2,18
26	30	Т5К10	Різець розточн. з мех.кріпл. 3- гр.пл.; Fi=93 грд., 24x22.	0,07	121, 89	7,52	1,9
27	30	Т5К10	Різець розточн. з мех.кріпл. 3- грн.пл.; Fi=93 грд., 26x20	0,06	124, 09	6,66	2,18
28	30	Т5К10	Різець розточн. з ромб.пл.; Fi=93 грд для глух.отв., 32x32	0,13	112, 78	3,64	1,11
29	30	Р6М5	Різець	0,06	93,3	11,53	2,9

			розточн. з мех.кріпл. ромбіч.пл.; Fi=93 грд., 25х20		1		
30	30	P6M5	Різець розточн. з мех.кріпл. 3- гр.пл.; Fi=93 грд., 24х22.	0,07	91,4 2	10,03	2,54
31	30	P6M5	Різець розточн. з мех.кріпл. 3- грн.пл.; Fi=93 грд., 26х20	0,06	93,3 1	8,85	2,9
32	30	P6M5	Різець розточн. з ромб.пл.; Fi=93 грд для глух.отв., 32х32	0,13	84,5 1	4,85	1,48
33	45	TK30K4	Різець розточн. з мех.кріпл. ромбіч.пл.; Fi=93 грд., 25х20	0,06	360, 65	2,27	0,75
34	45	TK30K4	Різець розточн. з мех.кріпл. 3- гр.пл.; Fi=93 грд., 24х22.	0,07	354, 06	1,97	0,66
35	45	TK30K4	Різець розточн. з мех.кріпл. 3- грн.пл.; Fi=93 грд., 26х20	0,06	360, 65	1,81	0,75
36	45	TK30K4	Різець розточн. з ромб.пл.; Fi=93 грд	0,13	327, 35	0,98	0,38

			для глух.отв., 32х32				
37	45	ТТ7К12	Різець розточн. з мех.кріпл. ромбіч.пл.; Fі=93 грд., 25х20	0,06	103, 04	7,92	2,63
38	45	ТТ7К12	Різець розточн. з мех.кріпл. 3- гр.пл.; Fі=93 грд., 24х22.	0,07	101, 16	6,88	2,3
39	45	ТТ7К12	Різець розточн. з мех.кріпл. 3- грн.пл.; Fі=93 грд., 26х20	0,06	103, 4	6,31	2,63
40	45	ТТ7К12	Різець розточн. з ромб.пл.; Fі=93 грд для глух.отв., 32х32	0,13	93,6 2	3,41	1,34
41	45	Т5К10	Різець розточн. з мех.кріпл. ромбіч.пл.; Fі=93 грд., 25х20	0,06	103, 04	7,92	2,63
42	45	Т5К10	Різець розточн. з мех.кріпл. 3- гр.пл.; Fі=93 грд., 24х22.	0,07	101, 16	6,88	2,3
43	45	Т5К10	Різець розточн. з мех.кріпл. 3- грн.пл.; Fі=93 грд., 26х20	0,06	103, 4	6,31	2,63

44	45	T5K10	Різець розточн. з ромб.пл.; Fi=93 грд для глух.отв., 32х32	0,13	93,6 2	3,41	1,34
45	45	P6M5	Різець розточн. з мех.кріпл. ромбіч.пл.; Fi=93 грд., 25х20	0,06	77,2 8	10,56	3,51
46	45	P6M5	Різець розточн. з мех.кріпл. 3- гр.пл.; Fi=93 грд., 24х22.	0,07	76,0 3	9,15	3,05
47	45	P6M5	Різець розточн. з мех.кріпл. 3- грн.пл.; Fi=93 грд., 26х20	0,06	77,2 8	8,14	3,51
48	45	P6M5	Різець розточн. з ромб.пл.; Fi=93 грд для глух.отв., 32х32	0,13	70,6	4,55	1,78
49	60	TK30K4	Різець розточн. з мех.кріпл. ромбіч.пл.; Fi=93 грд., 25х20	0,06	309, 13	2,23	0,88
50	60	TK30K4	Різець розточн. з мех.кріпл. 3- гр.пл.; Fi=93 грд., 24х22.	0,07	303, 48	1,94	0,77
51	60	TK30K4	Різець розточн. з	0,06	309, 13	1,82	0,88

			мех.кріпл. 3- грн.пл.; Fi=93 грд., 26x20				
52	60	TK30K4	Різець розточн. з ромб.пл.; Fi=93 грд для глух.отв., 32x32	0,13	280, 54	0,98	0,45
53	60	TT7K12	Різець розточн. з мех.кріпл. ромбіч.пл.; Fi=93 грд., 25x20	0,06	88,2 8	7,78	3,07
54	60	TT7K12	Різець розточн. з мех.кріпл. 3- гр.пл.; Fi=93 грд., 24x22.	0,07	86,7 1	6,67	2,68
55	60	TT7K12	Різець розточн. з мех.кріпл. 3- грн.пл.; Fi=93 грд., 26x20	0,06	88,2 8	6,36	3,07
56	60	TT7K12	Різець розточн. з ромб.пл.; Fi=93 грд для глух.отв., 32x32	0,13	80,1 1	3,42	1,56
57	60	T5K10	Різець розточн. з мех.кріпл. ромбіч.пл.; Fi=93 грд., 25x20	0,06	88,2 8	7,78	3,07
58	60	T5K10	Різець розточн. з мех.кріпл. 3-	0,07	86,7 1	6,67	2,68

			гр.пл.; Fi=93 грд., 24x22.				
59	60	T5K10	Різець розточн. з мех.кріпл. 3- грн.пл.; Fi=93 грд., 26x20	0,06	88,2 8	6,36	3,07
60	60	T5K10	Різець розточн. з ромб.пл.; Fi=93 грд для глух.отв., 32x32	0,13	80,1 1	3,42	1,56
61	60	P6M5	Різець розточн. з мех.кріпл. ромбіч.пл.; Fi=93 грд., 25x20	0,06	66,2 9	10,35	4,09
62	60	P6M5	Різець розточн. з мех.кріпл. 3- гр.пл.; Fi=93 грд., 24x22.	0,07	65,0 3	9	3,57
63	60	P6M5	Різець розточн. з мех.кріпл. 3- грн.пл.; Fi=93 грд., 26x20	0,06	66,2 9	8,47	4,09
64	60	P6M5	Різець розточн. з ромб.пл.; Fi=93 грд для глух.отв., 32x32	0,13	60	4,56	2,08

Побудова моделей виконувалась за допомогою програмного засобу ПРІАМ (планування, регресія і аналіз моделей) [15,16] Для забезпечення обчислювальної стійкості виконана ортогоналізація і нормування вихідної

матриці (10 головних ефектів), а також побудовані подвійні взаємодії (40).
Всього взаємодій і ефектів (50).

В результаті побудовані наступні моделі:

$$Y_{\text{собівартість}} = 6,32828 + 1,39191x_2 - 2,36824x_3 - 1,98683x_1 - 4,7701x_5 + 0,0634127z_1 - 1,11108x_2x_3$$

$$Y_{\text{трудомісткість}} = 1,86161 - 1,69506x_4 + 0,992241z_5 + 1,00108x_4x_5 + 0,26004x_1 + 0,28887x_1z_5$$

Де:

$$x_1 = 0,666667 \times (x_1 - 1,5);$$

$$z_1 = 2,25 \times ((x_1^2 - 0,555556));$$

$$x_2 = 0,666667 \times (x_2 - 1,5);$$

$$x_3 = 0,666667 \times (x_3 - 1,5);$$

$$x_4 = 20 \times (x_4 - 0,08);$$

$$x_5 = 0,00282705 \times (x_5 - 177,515);$$

$$z_5 = 3,09905 \times ((x_5^2) - 0,530639 \times x_5 - 0,146682);$$

Статистичні характеристики моделей приводяться в табл. 3.2. Моделі адекватні, інформативні, структурно і обчислювально стійкі.

Таблиця 3.2. Статистичні характеристики моделей побудованих за всіма експериментами плану

Характеристика	Назва	Собівартість	Стійкість
Адекватність	Залишкова дисперсія	0,988683	0,0360969
	Дисперсія відтворюваності	0,316414	0,00136669
	Розрахункове значення F-критерію	12,9489	28,2995
	Рівень значущості F-критерію для адекватності	0,05	0,05
	для ступенів свободи (v1, v2)	6, 57	6, 57
	Табличне значення F-критерію для адекватності	2,26253	2,26253
	Табличне значення F-	1,12024	1,12024

	критерію (При відсутності повторних дослідів)		
	Стандартна помилка оцінки	0,994325	0,190503
	(Скоррект. З урахуванням ступенів свободи)	1,0363	0,198545
	Гіпотеза про адекватність	приймається	приймається
Інформативність	Частка розсіювання пояснюється моделлю	0,930128	0,967857
	Введено регресорів (ефектів)	7	7
	Коефіцієнт множинної кореляції	0,964431	0,983797
	(Скоррект. З урахуванням ступенів свободи)	0,961304	0,982388
	F відношення для R	126,463	286,051
	Рівень значущості F- критерію для інформативності	0,05	0,05
	для ступенів свободи (v1, v2)	6, 57	6, 57
	Табличне значення F- критерію для інформативності	2,26253	2,26253
	Критерій Боксу і Веца для інформативності	6	10
	Рівень інформативності	ДУЖЕ ВИСОКА	ДУЖЕ ВИСОКА

Точність	Середня точність опису даних в процентах відхилення	15,3884	9,88244
	Середня абсолютна похибка апроксимації	0,739752	0,139778
Стійкість	COND (число обумовленості)	1,05137	1,67735
	висновок	висока	висока
	Частка пояснення сумнівними регресорами (%)	0	0
	висновок	ідеальна	ідеальна

Обидві моделі мають дуже високу інформативність та для обох моделей приймається гіпотеза про адекватність. Моделі мають високі статистичні характеристики.

На рисунку. 3.3 та на рисунку.3.4. подана кругові діаграми розподілу сили впливу регресорів

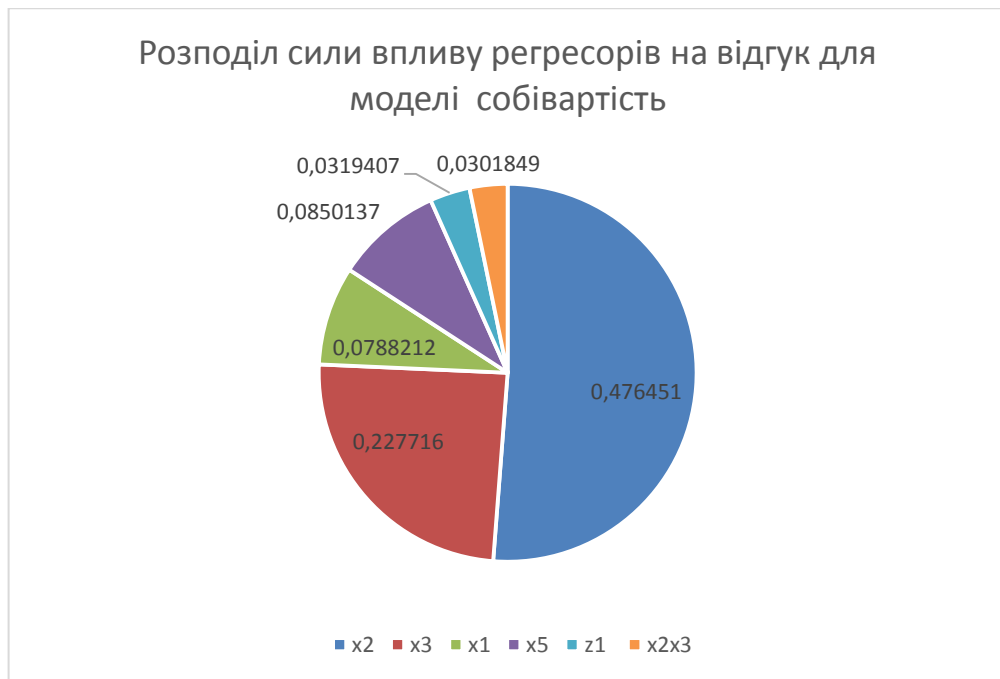


Рис. 3.3. Розподіл сили впливу регресорів на відгук для моделі собівартість

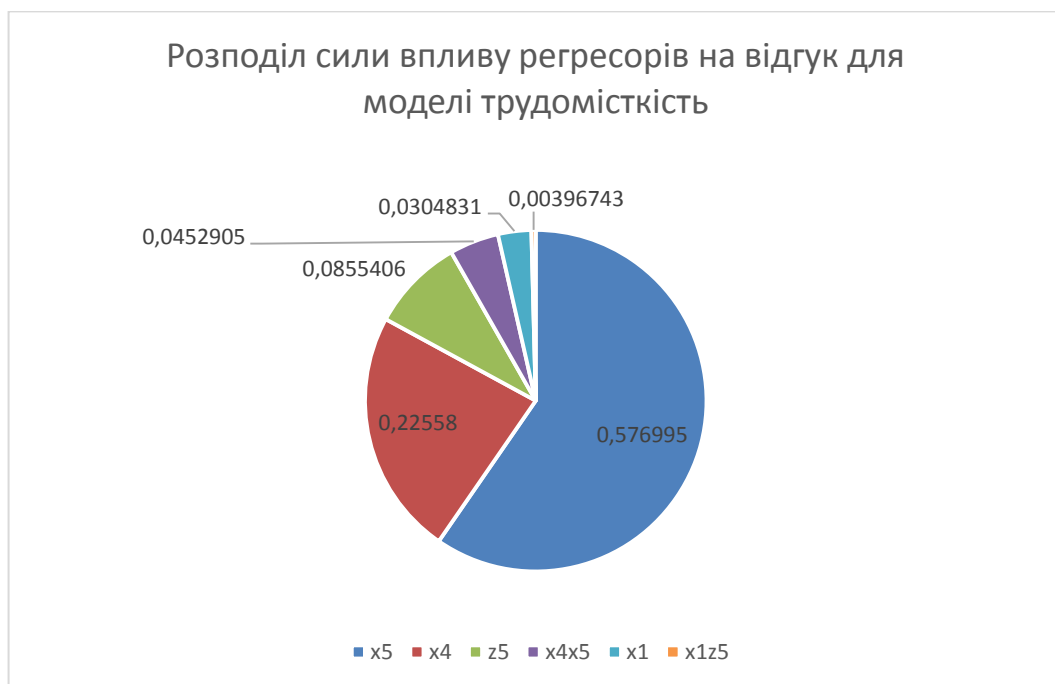


Рис. 3.4. Розподіл сили впливу регресорів на відгук для моделі трудомісткість

Проводимо багатокритеріальна оптимізація за експериментальними даними. Оскільки план має властивості, які забезпечують пошук оптимальних умов, то ми можемо провести багатокритеріальну оптимізацію за експериментальними даними.

Використано метод введення метрики в простір цільових функцій. Обидва показники вважаються рівнозначними. Результат оптимізації приведено в табл.3.3. та в табл.3.4. Результат оптимізації (0,988461641).

Таблиця 3.3. Результати пошуку оптимального об'єкту

Критерії	Собівартість	Трудомісткість
Цілі	min	min
Вага	0,5	
№ дослідження	Ефективність	
20	0,988461641	
4	0,979704698	
36	0,977845218	
52	0,964921596	
18	0,925268726	
19	0,920894676	
3	0,913735027	
34	0,913172843	
17	0,904059592	
35	0,901767265	
2	0,899145426	
50	0,895949665	
33	0,891720338	
51	0,879153941	
1	0,874934677	
49	0,871832561	
24	0,800799524	
28	0,800799524	
8	0,780676224	
12	0,780676224	
40	0,771262763	
44	0,771262763	
56	0,734912054	
60	0,734912054	
32	0,712601806	
16	0,687013311	
48	0,67462725	
64	0,625602566	
22	0,572592809	
26	0,572592809	
23	0,559211617	
27	0,559211617	
7	0,537118189	
11	0,537118189	

38	0,535336517
42	0,535336517
21	0,498531837
25	0,498531837
39	0,498105337
43	0,498105337
6	0,495113928
10	0,495113928
54	0,481827911
58	0,481827911
37	0,457848787
41	0,457848787
55	0,424912405
59	0,424912405
5	0,409589564
9	0,409589564
30	0,40717183
53	0,393762838
57	0,393762838
31	0,392266939
46	0,36176791
15	0,361383395
47	0,315089774
29	0,311255717
14	0,306997494
62	0,285651853
45	0,254820863
63	0,213007373
13	0,191795289
61	0,171269139

Таблиця 3.4. Найкращий результат

№ дослідження	Значення факторів
---------------	-------------------

20	Стійкість інструменту, хв	Матеріал інструмента	Типорозмір інструмента
	30	TK30K4	Різець розточн. з ромб.пл.; $F_i=93$ грд для глух.отв., 32x32

Висновки:

1. За проведеним експериментом побудовані регресійні моделі, які описують залежність собівартість та трудомісткість від стійкості інструменту(хв) від матеріалу інструменту, конструкції інструменту. Обидві моделі мають дуже високу інформативність та для обох моделей приймається гіпотеза про адекватність. Моделі мають високі статистичні характеристики.
2. Проведена багатокритеріальна оптимізація за експериментальними даними, яка дозволяє поліпшити економічні показники переходу для обробки циліндричних отворів.

3.2. Порівняння результатів однофакторного експерименту з багатфакторним при токарній обробці на HAAS_ST-10

Порівнюючи результати однофакторного експерименту фрагмент якого представлений на Рис 1.1, 1.2, 1.3, 1.4 з результатом багатокритеріальної оптимізації за експериментальними даними в багатфакторному експерименті фрагмент результату якого представлений в табл 3.5

Далі представлені результати однофакторного експерименту на рис 3.5, 3.6, 3.7, 3.8.

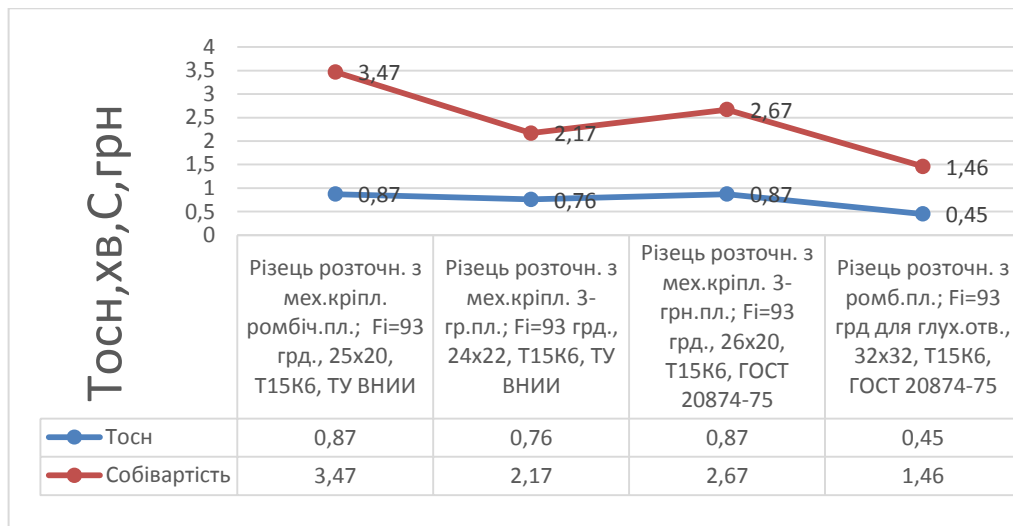


Рис.3.5 Вплив типорозмір інструменту на собівартість та трудомісткість при параметрах значення стійкості: 30хв, матеріал інструменту Т15К6.

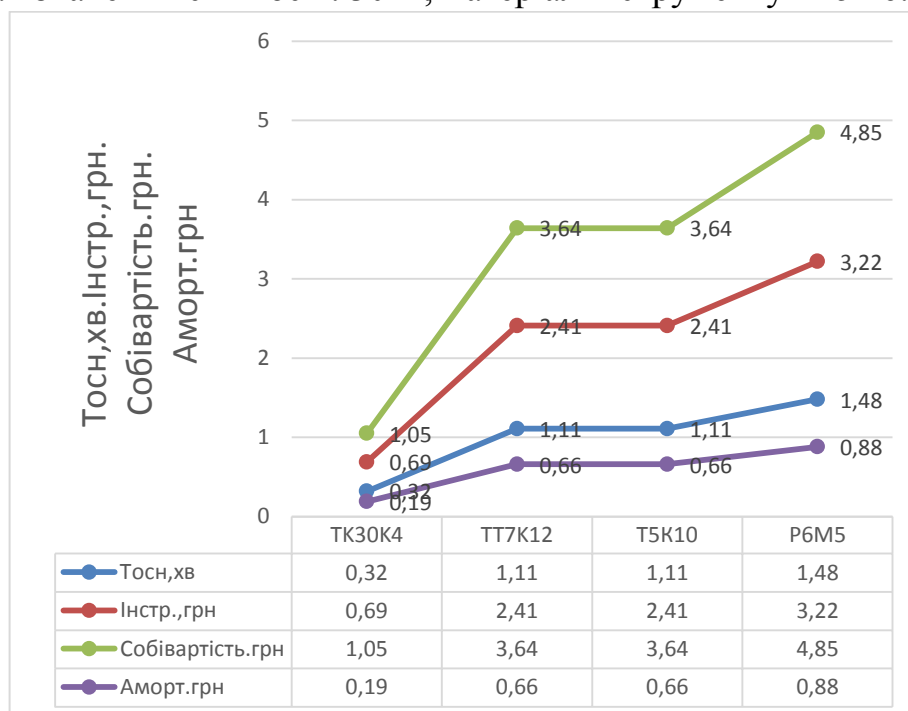


Рис. 3.7. Залежність трудомісткості і собівартості, амортизації, ціни інструменту від матеріалу ріжучої частини при параметрах значення стійкості: 30хв, а також типорозмір інструменту “Різець розточний. з ромб.пл. ; Fi = 93 грд для глух.отв., 32x32, і розмір інструмента (32 d_r=75 D_{min}=240 L_r=32)

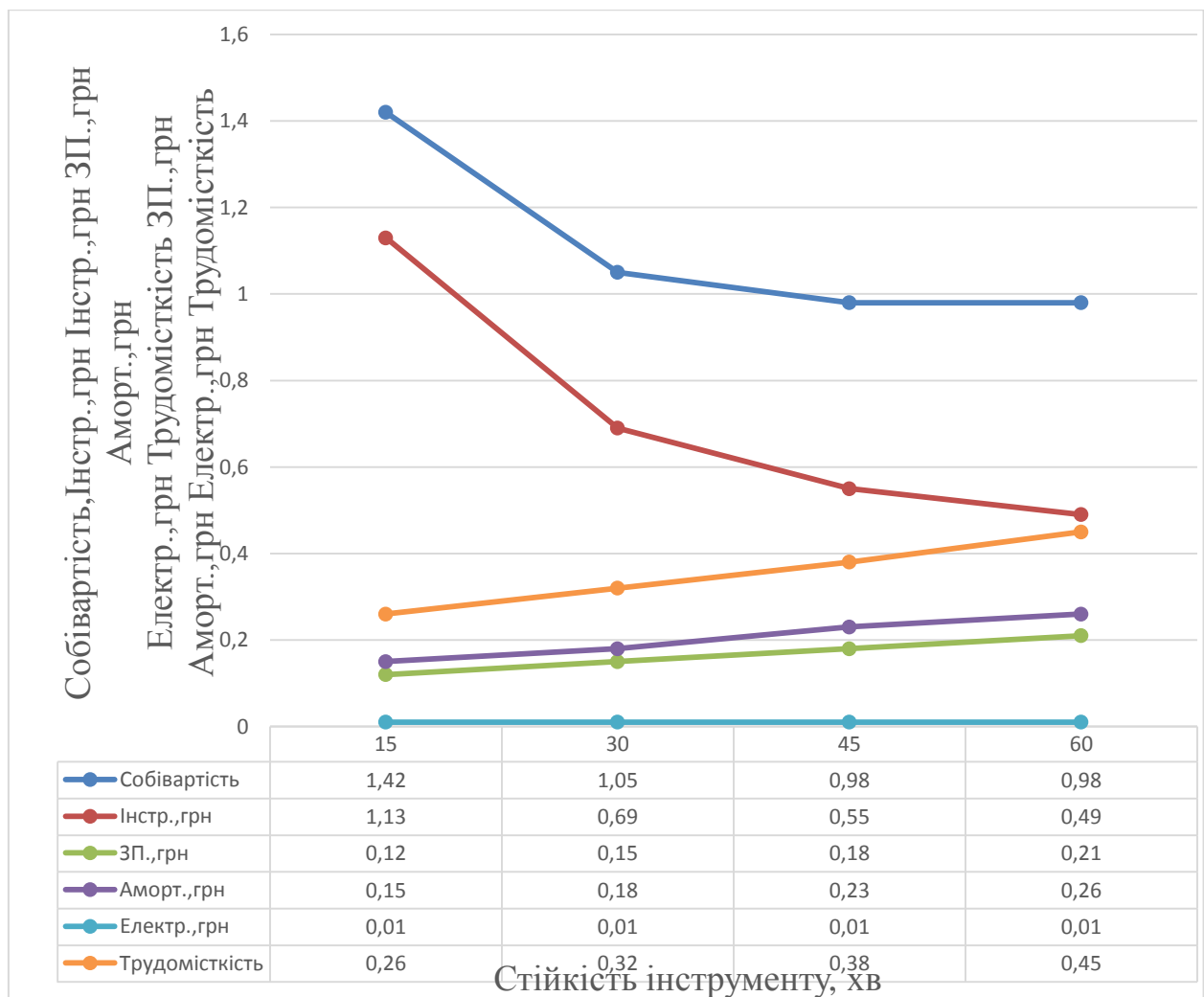


Рис.3.8 Фрагмент однофакторного експерименту при токарному обробленні на НААС_ST-10 при стійкості (15,30,45,60 хв) та параметрах типорозмір інструменту “Різець розточний. з ромб.пл .; $F_i = 93$ грд для глух.отв., 32x32, і розмір інструмента (32 d_r=75 Dmin=240 L_r=32) та матеріалу ріжучої частини ТК30K4.

Далі представлені результати багатфакторного експерименту в табл 3.5

Таблиця 3.5 Результати пошуку оптимального об'єкту фрагмент (4 кращих 4 найгірших варіантів).

Критері ї	Собівартіс ь	Трудомісткіс ь	Значення факторів		
Цілі	min	min	Стійкість інструменту,х в	Матеріал інструмент а	Типорозмір інструмент а
Вага	0,5				
Об'єкти	Ефективність				
20	0,988461641		30	TK30K4	Різець розточн. з ромб.пл.; Fi=93 грд для глух.отв., 32х32
4	0,979704698		15	TK30K4	Різець розточн. з ромб.пл.; Fi=93 грд для глух.отв., 32х32
36	0,977845218		45	TK30K4	Різець розточн. з ромб.пл.; Fi=93 грд для глух.отв., 32х32
52	0,964921596		60	TK30K4	Різець розточн. з ромб.пл.; Fi=93 грд для глух.отв., 32х32
45	0,254820863		45	P6M5	Різець розточн. з мех.кріпл. ромбіч.пл.; Fi=93 грд., 25х20
63	0,213007373		60	P6M5	Різець розточн. з

				мех.кріпл. 3-грн.пл.; Fi=93 грд., 26x20
13	0,191795289	15	P6M5	Різець розточн. з мех.кріпл. ромбіч.пл.; Fi=93 грд., 25x20
61	0,171269139	60	P6M5	Різець розточн. з мех.кріпл. ромбіч.пл.; Fi=93 грд., 25x20

Можна зробити висновок, що оптимальними параметрами будуть матеріал інструменту ТК30К4, типорозмірів інструменту Різець розточний. з ромб.пл .; Fi = 93 грд для глух.отв., 32x32, стійкість інструменту 30хв. Але ще можна зробити висновок що найменша собівартість буде при стійкості 60хв при незмінності всіх інших параметрів. А найменша трудомісткість навпаки при 15 хв стійкості інструменту при незмінності всіх інших параметрів. Найгірші показники собівартості і трудомісткості будуть при таких параметрах: стійкості 60 хв, матеріал інструменту Р6М3, типорозмірів різець розточний. з мех.кріпл. ромбіч.пл .; Fi = 93 грд., 25x20. Ефективність якого становить всього 0,171269139. Якщо порівнювати найкращий результат (0,988461641) експерименту №20 і найгірший результат (0,171269139) експерименту №61 по ефективності, то ефективність експерименту № 20 в разів більше 5,7 ніж у експерименту №61. Тобто показник трудомісткості зменшилася з 10,35 до 1,05 тобто зменшилася в 9,8 разів, а собівартість зменшилася з 4,09 до 0,3 тобто зменшилася в 13,6 разів в багатофакторному експерименті. А при однофакторному експерименті трудомісткість зменшилася з 3,47 до 1,05 тобто зменшилася в 3,3 разів, а собівартість зменшилася з 0,87 до 0,3 тобто зменшилася в 2,9 разів. Параметризація в багатофакторному експерименті зменшила трудомісткість в 9,8 разів, а в однофакторному всього в 3,3 рази тобто 2,93 разів параметризація в багатофакторному була ефективніше. При цьому параметризація собівартості в багатофакторному експерименті дала зменшення в 13,6 разів, а при однофакторному всього в 2,9 разів тобто 4,7 разів параметризація в багатофакторному була ефективніше.

Глава 4 Розробка стартап-проекту

4.1 Опис ідеї проекту

зміст ідеї (що пропонується);

-можливі напрямки застосування;

-основні вигоди, що може отримати користувач товару (за кожним напрямком застосування);

-чим відрізняється від існуючих аналогів та замінників;

Перші три пункти подаються у вигляді таблиці (табл. 4.1) і дають цілісне уявлення про зміст ідеї та можливі базові потенційні ринки, в межах яких потрібно шукати групи потенційних клієнтів.

Таблиця 4.1. Опис ідеї стартап-проекту

Зміст ідеї	Напрямки застосування	Вигоди для користувача
використання SAPR_2020 для параметризації переходів оброблення циліндричних отворів	виробничих умовах	зменшення собівартості і трудомісткості
	навчальному процесі	вміння використання SAPR_2020 для параметризації переходів циліндричних отворів

Проводиться порівняльний аналіз показників: для власної ідеї визначаються показники, що мають а) гірші значення (W, слабкі); б) аналогічні (N, нейтральні) значення; в) кращі значення (S, сильні) (табл. 4.2.).

Таблиця 4.2. Визначення сильних, слабких та нейтральних характеристик ідеї проекту

№ п / п	Техніко економічні характерис тики ідеї	(потенційні) товари/концепції конкурентів				W (слабк а сторон а)	N (нейтрал ьна сторона)	S (сильн а сторон а)
		Мій прое кт	Конк ур ент1	Конк ур ент2	Конкуре нт3			
	Точність розрахункі в							+
	Економічні сть							+
	Патенти на продукти						+	
	Торгова марка					+		
	Гнучкість ціни					+		
	Швидкість поставок							+
	Популярні сть продукції					+		

З таблиці ми бачимо що даний проект має перевагу по точності розрахунку і по економічності і має слабкі сторі по торговій марці та популярності продукту

4.2 Технологічний аудит ідеї проекту

В межах даного підрозділу проведено аудит технології, за допомогою якої можна реалізувати ідею проекту (технології створення товару). Визначення технологічної здійсненності ідеї проекту передбачає аналіз таких складових (табл. 4.3.):

Таблиця 4.3. Технологічна здійсненність ідеї проекту

№ п/п	Ідея проекту	Технології її реалізації	Наявність технологій	Доступність технологій
1	Реалізація програмного продукту для параметризації переходів оброблення циліндричних отворів	Продаж готової продукції для підприємства з наданням інструкції користувача для визначення вихідних даних	+	+
2	Реалізація програмного продукту для параметризації переходів оброблення циліндричних отворів	Використання програмного продукту нашим спеціалістом, що визначить вихідні дані на підприємстві	+	+

Можливо зробити висновок що технологічна реалізація проекту можлива

4.3 Аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проекту

Визначення ринкових можливостей, які можна використати під час ринкового впровадження проекту, та ринкових загроз, які можуть перешкодити реалізації проекту, дозволяє спланувати напрями розвитку проекту із урахуванням стану ринкового середовища, потреб потенційних клієнтів та пропозицій проектів-конкурентів

Спочатку визначаються потенційні групи клієнтів, їх характеристики, та формується орієнтовний перелік вимог до товару для кожної групи (табл. 4.4.).

Таблиця 4.4. Характеристика потенційних клієнтів стартап-проекту

№ п/п	Потреба, що формує ринок	Цільова аудиторія (цільові сегменти ринку)	Відмінності у поведінці різних потенційних цільових груп клієнтів	Вимоги споживачів до товару
1	Зниження собівартості переходу обробки циліндричного отвору	Підприємці, виробництва	Висока точність розрахунку	невелика ціна, точність розрахунку, автоматизація
2	Зниження трудомісткості переходу обробки циліндричного отвору	Підприємці, виробництва	Висока точність розрахунку	невелика ціна, точність розрахунку, автоматизація

Після визначення потенційних груп клієнтів проводиться аналіз ринкового середовища: складаються таблиці факторів, що сприяють ринковому впровадженню проекту, та факторів, що йому перешкоджають (табл. №№ 4.5.-4.6.). Фактори в таблиці подавати в порядку зменшення значущості.

Таблиця 4.5. Фактори загроз

№ п/п	Фактор	Зміст загрози	Можлива реакція компанії
1	Спад виробництва в галузі машинобудування	Нема потреби у продукції	Створення продукції для інших галузей
2	Економічне відкриття кордонів	Поява нових технологій	Застосування нових технологій
3	Старіння	Високі темпи модернізації продукції	Моніторинг трендів, постійне доопрацювання до

			вимог клієнтів
4	Інфляція	Зміна курсу гривні	Реалізація продукту в більш стабільній(іноземній) валюті та моніторинг економічної ситуації в країні

Таблиця 4.6. Фактори можливостей

№ п/п	Фактор	Зміст можливості	Можлива реакція компанії
1	Економічні	Політика протекціонізму, підтримка інноваційного виробництва	Підвищення/пониження ціни на продукт, зменшення додаткового тиску
2	Стимулювання розвитку інноваційного підприємництва	Зменшення податкового тиску на стартап	Розширення масштабів стартапу

Надалі проводиться аналіз пропозиції: визначаються загальні риси конкуренції на ринку (табл. 4.7.).

Таблиця 4.7. Ступеневий аналіз конкуренції на ринку

Особливості конкурентного середовища	В чому проявляється дана характеристика	Вплив на діяльність підприємства (можливі дії компанії, щоб бути конкурентоспроможною)
Олігополія	Домінує декілька конкуруючих фірм	Створення конкурентно спроможного товару
Національний	Конкуренція фірм на міжнародному рівні	Реклама
Внутрішньогалузева	задовольняють одну потребу	Виготовлення товару кращого за декількома характеристиками і

		меншою ціною
Товарно-видова	Конкуренція між товарами призначення та одного виду	Розробка вдосконалених товарів
Цінова	Використання ціни як кращих умов збуту	Поліпшення якості продукту
Марочна	Вказує, яке підприємство відповідальне за готовий продукт	Створення марки

Таблиця 5.8 – Аналіз конкуренції в галузі з М. Портером

Складові аналізу	Прямі конкуренти в галузі	Потенційні конкуренти	Постачальники	Клієнти	Товаризамінники
	Конкурент 1; Конкурент 2; Конкурент 3	Прихильність споживачів до певних марок;	немає необхідності	впливати на ціни є	ціна замітника більш висока
Висновки:	Інтенсивність	Потенційні конкуренти є	не диктують умови роботи на ринку	використовувати більш сучасні технології	Обмеження для роботи на ринку і за більш відомі фірми товарів

Після всіх аналізів можна зробити обґрунтування переліку чинників для конкурентоспроможності які повинен мати проект, щоб бути конкурентоспроможним на ринку

На основі аналізу конкуренції, проведеного в (табл. 5.8), а також із урахуванням характеристик ідеї проекту (табл. 2), вимог споживачів до товару (табл. 5) та факторів маркетингового середовища (табл. №№ 4.6-4.7) визначається та обґрунтовується перелік факторів конкурентоспроможності. Аналіз оформлюється за табл. 4.9.

Таблиця 4.9. Обґрунтування факторів конкурентоспроможності

№ п/п	Фактор конкурентоспроможності	Обґрунтування
1	Якість	Достовірних результатів
2	Точність	Висока точність
3	Ціна	Невисока ціна

За визначеними факторами конкурентоспроможності (табл. 4.9.) проводиться аналіз сильних та слабких сторін стартап-проекту (табл. 4.10.).

Таблиця 4.10. Порівняльний аналіз сильних та слабких сторін

№ п/п	Фактор конкурентоспроможності	Бали	Рейтинг товарів-конкурентів у порівнянні з «Конкурент 3»						
			-3	-2	-1	0	+1	+2	+3
1	Число споживачів	-1						+	
2	Розширення ринку	0				+			
3	Рівень застарівання продукції	8	+						
4	Рівень оновлення технології	4			+				
5	збільшення галузі	2					+		

Фінальним етапом ринкового аналізу можливостей впровадження проекту є складання SWOT-аналізу (матриці аналізу сильних (Strength) та слабких (Weak) сторін, загроз (Troubles) та можливостей (Opportunities) (табл. 4.11.) на основі виділених ринкових загроз та можливостей, та сильних і слабких сторін (табл. 4.10.).

Таблиця 4.11. SWOT- аналіз стартап-проекту

Сильні сторони:	Слабкі сторони:
досвідчена команда	великий вибір товарів конкурентів
невелика ціна порівняно з конкурентами	невідома марка компанії
Висока точність розрахунку	низька популярність
Можливості:	Загрози:
інновації	велика конкуренція
	інфляція валюти

На підставі SWOT аналізу можна зробити висновок що даний продукт буде конкурентних здатний на ринку

4.4 Розроблення ринкової стратегії проекту

Розроблення ринкової стратегії першим кроком передбачає визначення стратегії охоплення ринку: опис цільових груп потенційних споживачів (табл. 4.12)

Таблиця 4.12 – Вибір цільових груп потенційних споживачів

№ п/п	Опис профілю цільової групи потенційних клієнтів	Готовність споживачів сприйняти продукт	Орієнтовний попит в межах цільової групи (сегменту)	Інтенсивність конкуренції в сегменті	Простота входу у сегмент
1	Державні виробництва	+	Високий	Висока	Складна
2	Приватне виробництва	+	Високий	Висока	Складна

Для роботи в обраних сегментах ринку необхідно сформулювати базову стратегію розвитку (табл. 4.13).

Таблиця 4.13. Визначення базової стратегії розвитку

<i>№ n/n</i>	<i>Обрана альтернатива розвитку проекту</i>	<i>Стратегія охоплення ринку</i>	<i>Ключові конкурентоспроможні позиції відповідно до обраної альтернативи</i>	<i>Базова стратегія розвитку*</i>
1	Стратегія спеціалізації	Стратегія ексклюзивного розподілу, налагодження зв'язку з клієнтом	Висока якість, краща точність діагностики, малий час на реагування, нижча ціна	Стратегія диференціації

Наступним кроком є вибір стратегії конкурентної поведінки (табл. 4.14.).

Таблиця 1.14. Визначення базової стратегії конкурентної поведінки

<i>№ n/n</i>	<i>Чи є проект «першопрохідцем» на ринку?</i>	<i>Чи буде компанія шукати нових споживачів, або забирати існуючих у конкурентів?</i>	<i>Чи буде компанія копіювати основні характеристики товару конкурента, і які?</i>	<i>Стратегія конкурентної поведінки*</i>
1	Проект не є «першопрохідцем»	Компанія буде забирати існуючих у конкурентів	Деякі характеристики будуть скопійовані, але не найважливіші	Стратегія заняття конкурентної ніші

На основі вимог споживачів з обраних сегментів до постачальника (стартап-компанії) та до продукту (див. табл. 4.4.), а також в залежності від обраної базової стратегії розвитку (табл. 4.13) та стратегії конкурентної поведінки (табл. 4.14.) розробляється стратегія позиціонування (табл. 4.15.), що полягає у формуванні ринкової позиції (комплексу асоціацій), за яким споживачі мають ідентифікувати торгівельну марку/проект.

Таблиця 4.15. Визначення стратегії позиціонування

<i>№ n/n</i>	<i>Вимоги до товару цільової аудиторії</i>	<i>Базова стратегія розвитку</i>	<i>Ключові конкурентоспроможні позиції власного стартап-проекту</i>	<i>Вибір асоціацій, які мають сформулювати комплексну позицію власного проекту (три ключових)</i>
1	Висока якість, точність, низька ціна,	Стратегія диференціації	Краща точність, швидке реагування на зношення, нижча ціна	Швидке реагування Точність Менша ціна в порівнянні з конкурентами

4.5 Розроблення маркетингової програми стартап-проекту

Першим кроком є формування маркетингової концепції товару, який отримає споживач. Для цього у табл. 18 потрібно підсумувати результати попереднього аналізу конкурентоспроможності товару.

Таблиця 4.16. Визначення ключових переваг концепції потенційного товару

Потреба	Вигода, яку пропонує товар	Ключові переваги перед конкурентами (існуючі або такі, що потрібно створити)
Зменшення собівартості і трудомісткості при обробці циліндричних отворів	Параметризація циліндричних отворів яка дозволяє зменшенню собівартості і трудомісткості при обробці циліндричних отворів	Низька ціна відносно конкурентів, висока точність розрахунків, можливість створення графіків

Останньою складовою маркетингової програми є розроблення концепції маркетингових комунікацій, що спирається на попередньо обрану основу для позиціонування, визначену специфіку поведінки клієнтів (табл. 4.17.).

№ п/п	Специфіка поведінки цільових клієнтів	Канали комунікацій, якими користуються цільові клієнти	Ключові позиції, обрані для позиціонування	Завдання рекламного повідомлення	Концепція рекламного звернення
1	Перегляд інформаційних ресурсів із потрібним якісним товаром за доступною ціною, за доступною ціною і гарною якістю	Інтернет ресурси, каталоги інструментів, виставки, рекламні статті, презентації виробників	Послідовність у реалізації обраної позиції. Доступність та об'єктивність інформації про фірму та товар. Планомірність і послідовність при прийнятті рішень.	Інформаційне завдання про новий товар, та формування знань про марку та виробника	Найвища точність та своєчасно зміна режимів різання при зношенні інструменту

Висновок до розділу:

Даний стартап-проект має ряд своїх плюсів і мінусів. Було зроблено порівняння нашого стартап-проекту з іншими проектами які вже є на ринку і були знайдені як свої переваги так і мінуси. Також у проекті є можливість ринку комерціалізації проекту. Ринок товару олігополія, то бар'єри входу на ринок високі. Для ринкової реалізації проекту обрано стратегію диференціації. Технологія є доступною в плані ціни та застосування на власних підприємствах чи заводах. Наявна конкуренція високої концентрації висока рівня інтенсивності.

Висновки по роботі

Під час роботи над магістерською дисертацією було зроблено огляд літератури з питань оброблення циліндричних отворів, дослідження можливостей покращення економічних показників при розточуванні на токарному обладнанні, дослідження можливостей покращення економічних показників при розточуванні на фрезерному обладнанні, дослідження можливостей покращення економічних показників при фрезеруванні отворів кінцевими фрезами и дослідження впливу варіативних реквізитів при розточуванні при використанні теорії планування експериментів. За експериментальними даними якого була створена математична модель в ПЗ ПРІАМ, модель є адекватна, інформаційна, стійка. Отримана модель дозволяє отримати оптимальні параметри собівартості і трудомісткості при розточуванні отвору на токарному обладнанні. Також експерименти засвідчили використання системи автоматизованого проектування технологічних процесів механічної обробки **SAPR_2020** для визначення раціональних значень варіативних параметрів для типових технологічних переходів виконуваних в конкретних умовах технологічних систем.

Список використаних джерел

1. С.В. Грубый Оптимизация процесса механической обработки и управление режимными параметрами
2. Войтенко В.І. к.т.н., доц. Комп'ютерна програма „Система автоматизованого проектування технологічних процесів механічної обробки SAPR_2020” (“SAPR_2020”). Свідectво про реєстрацію авторського права на твір № 88599 від 15.05.2019. Мінекономрозвитку. Київ, 2019. Бюлетень. ”Авторське право та суміжні права” №53.
3. Войтенко В.І. к.т.н., доц. Оцінка собівартості виконання технологічних переходів механічного оброблення [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу <http://moiidei.com/образование%7собучение>
4. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу http://www.tokar-work.ru/publ/rezhushhij_instrument
5. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу <https://mekkain.ru/library/freza-konczevaya.html>
6. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу <https://lektcii.org/6-75908.html>
7. Войтенко В.І. к.т.н., доц. Программный продукт «Система автоматизированного проектирования технологических процессов механической обработки «Sapr_2020» [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу <http://moiidei.com/po-soft/po-soft-programmnoe-obespechenie/2893-programmnyj-produkt-sistema-avtomatizirovannogo-proek-tirovaniya-tekhnologicheskikh-protsessov-mekhanicheskoy-obrabotki-sapr-2020.html>
8. С.Н. Лапач, А.В. Чубенко, П.Н. Бабич Статистика в науке и бизнесе –К.: 2002, Морион. – 640с. (ум. друк. арк. 67,2)
9. Лапач, С. Радченко Математичне моделювання обробки високоміцних сталей // Mechanics and Advanced Technologies, 2019, т.85, №1, С.101–110.
10. Гузев В.И., Батуев В.А., Сурков И.В. Режимы резания для токарных и сверлильно-фрезерно-расточных станков с числовым программным управлением.: Справочник / Под редакцией В.И. Гузеева. М.: Машиностроение, 2007. 368 с. ISBN: 978-5-217-03404-8.
11. Криськов О.Д. Алгоритм оцінки витрат на електроенергію та різальний інструмент при проектуванні технологічної операції // Прогресивні технології та системи
12. Справочник технолога-машиностроителя В двух томах редакцией А.М.Дальского, А.Г.Косиловой, Р.К.Мещерякова, А.Г.Суслова Пятое издание, исправленное Москва "Машиностроение" 2003 Издательство Машиностроение-1.
13. Дрейпер Н. Прикладной регрессионный анализ / Норман Р. Дрейпер, Гарри Смит. – 3-е изд. : Пер. с англ. – М : Издательский дом «Вильямс», 2007. – 912 с.
14. Системи автоматизованого проектування технологічних процесів машинобудування : навч. посіб. / Войтенко В.І. -К.: НТУУ „КПІ”, 2012. -232 с. –Гриф МОНМС України від 21.02.2012 р.

15. Лапач С.Н., Радченко С.Г., Бабич П.Н. Планирование, регрессия и анализ моделей PRIAM (ПРИАМ) / Каталог программные продукты Украины. К.: 1993. С. 24-27..С
- 16.С.М. Лапач Проблеми побудови регресійних моделей процесів різання металів / Вісник НТУУ «КПІ». Серія «Машинобудування» . 2014, №3(72). С .40–47.
- 17.Войтенко В.І.,Лапач С.М., Цибуленко В.О. "Вплив варіативних реквізитів переходу при розточуванні на економічні показники переходу" Збірник статей II Всеукраїнської конференції «Молодь і наука. Практика інноваційного пошуку»17.12.2020 р., Національна металургійна академія України, м. Дніпро